

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-520695

(P2004-520695A)

(43) 公表日 平成16年7月8日(2004.7.8)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F21V 8/00

G02F 1/13357

H01L 33/00

// F21Y 101:02

FI

F21V 8/00 601D

G02F 1/13357

H01L 33/00 M

F21Y 101:02

テーマコード(参考)

2H091

5F041

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 75 頁)

(21) 出願番号 特願2002-587850 (P2002-587850)  
 (86) (22) 出願日 平成14年4月26日(2002.4.26)  
 (85) 翻訳文提出日 平成15年3月25日(2003.3.25)  
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2002/001544  
 (87) 国際公開番号 W02002/090826  
 (87) 国際公開日 平成14年11月14日(2002.11.14)  
 (31) 優先権主張番号 01201667.1  
 (32) 優先日 平成13年5月8日(2001.5.8)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁(EP)  
 (81) 指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), CN, JP, KR

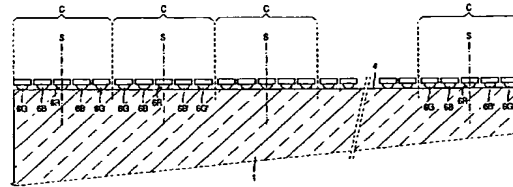
(71) 出願人 502427345  
 ルミレッズ ライティング ザ ネザーラ  
 ンズ ベスローテン フェンノートシャッ  
 プ  
 オランダ 5684 ビージェイ ベスト  
 デ リン 2  
 (74) 代理人 100059959  
 弁理士 中村 稔  
 (74) 代理人 100067013  
 弁理士 大塚 文昭  
 (74) 代理人 100082005  
 弁理士 熊倉 禎男  
 (74) 代理人 100065189  
 弁理士 穴戸 嘉一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明システム及びディスプレイ装置

## (57) 【要約】

前面壁、その反対側の後面壁、及び、エッジ区域(4)を有する発光パネル(1)を含むディスプレイ装置を照明するための背面光システム。エッジ区域(4)の少なくとも1つは、光を伝達し、光源に付随する。発光パネル(1)の光伝達エッジ区域(4)に付随する光源は、3つの互いに異なる発光波長を有する発光ダイオードの対称クラスタ(C)、例えば、青、緑、及び、赤色のLEDの対称クラスタ(C)(6G、6B、6R、6B'、6G'、及び、6G、6B、6R、6B'、6G'、...)を含む。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

前壁（２）、前記前壁の反対側に位置する後壁（３）、及び、前壁（２）と後壁（３）との間のエッジ区域（４、５）を含み、

パネル（１）のエッジ区域（４）の少なくとも１つは、光を伝達し、

少なくとも１つの光源（６）が、光伝達エッジ区域（４）に付随し、

作動時に、光源（６）から発生した光は、光伝達エッジ区域（４）に入射してパネル（１）内に広がる、

発光パネル（１）が設けられた、ディスプレイ装置を照明するための照明システムであって、

発光パネル（１）の光伝達エッジ区域（４）に付随する光源（６）は、発光波長がそれぞれ異なる第１、第２、及び、第３の発光波長を有する少なくとも３つの発光ダイオードのクラスタ（Ｃ）（６Ｇ、６Ｂ、６Ｒ、６Ｂ'、６Ｇ'；１６Ｇ、１６Ｂ、１６Ｒ、１６Ｒ'、１６Ｂ'、１６Ｇ'；２６Ｇ'；２６Ｂ、２６Ｒ、２６Ｇ、２６Ｒ'、２６Ｂ'、２６Ｇ''）を含み、

クラスタ（Ｃ）に関連する仮想鏡面（Ｓ）が、各クラスタの中心に位置し、

クラスタ（Ｃ）の発光ダイオードは、仮想鏡面（Ｓ）に対して垂直な方向に配置され、

発光ダイオード（６Ｇ、６Ｂ、６Ｒ、６Ｂ'、６Ｇ'；１６Ｇ；１６Ｂ；１６Ｒ、１６Ｒ'、１６Ｂ'、１６Ｇ'；２６Ｇ'、２６Ｂ、２６Ｒ、２６Ｇ、２６Ｒ'、２６Ｂ'、２６Ｇ''）は、発光ダイオードにより放射された光の発光スペクトルが仮想鏡面（Ｓ）に対して鏡対象になるような方法で、クラスタ（Ｃ）上に分布される、

ことを特徴とするシステム。

## 【請求項 2】

クラスタ（Ｃ）の各々は、５つの発光ダイオード（６Ｇ、６Ｂ、６Ｒ、６Ｂ'、６Ｇ'）を含み、

第１の発光波長を有する１つの発光ダイオード（６Ｒ）は、クラスタ（Ｃ）の中央に位置し、

前記発光ダイオードは、第２の発光波長を有する２つの発光ダイオード（６Ｂ、６Ｂ'）の間に配置され、

前記２つの発光ダイオードの各々には、クラスタ（Ｃ）の中央から離れる方向に向く側面に第３の発光波長を有する発光ダイオード（６Ｇ、６Ｇ'）が位置する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の照明システム。

## 【請求項 3】

クラスタ（Ｃ'）の各々は、６つの発光ダイオード（１６Ｇ、１６Ｂ、１６Ｒ、１６Ｒ'、１６Ｂ'、１６Ｇ'）を含み、

第１の発光波長を有する２つの発光ダイオード（１６Ｒ、１６Ｒ'）は、クラスタ（Ｃ'）の中央に位置し、

前記２つの発光ダイオードは、第２の発光波長を有する２つの発光ダイオード（１６Ｂ、１６Ｂ'）の間に配置され、

前記第２の発光波長を有する２つの発光ダイオード（１６Ｂ、１６Ｂ'）の各々には、クラスタ（Ｃ'）の中央から離れる方向に向く側面に第３の発光波長を有する発光ダイオード（１６Ｇ、１６Ｇ'）が位置する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の照明システム。

## 【請求項 4】

クラスタ（Ｃ''）の各々は、７つの発光ダイオード（２６Ｇ'、２６Ｂ、２６Ｒ、２６Ｇ、２６Ｒ'、２６Ｂ'、２６Ｇ''）を含み、

第１の発光波長を有する１つの発光ダイオード（２６Ｇ）は、クラスタ（Ｃ''）の中央に位置し、

前記発光ダイオードは、第２の発光波長を有する２つの発光ダイオード（２６Ｒ、２６Ｒ'）の間に配置され、

10

20

30

40

50

前記2つの発光ダイオードには、クラスタ(C')の中央から離れる方向に向く側面に第3の発光波長を有する発光ダイオード(26B、26B')が位置し、  
 前記第3の発光波長を有する発光ダイオード(26B、26B')の各々には、クラスタ(C')の中央から離れる方向に向く側面に第1の発光波長を有する発光ダイオード(26G'、26G'')が位置する、  
 ことを特徴とする請求項1に記載の照明システム。

【請求項5】

発光パネル(1)の光伝達エッジ区域(4)に付随する光源(6)は、青、緑、及び、赤色の発光ダイオードの対称クラスタ(C、C'、C'')(6G、6B、6R、6B'、6G'；16G；16B、16R、16R'、16B'、16G'；26G'、26B、26R、26G、26R'、26B'、26G'')を含むことを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の照明システム。

【請求項6】

前壁(102、112)、前記前壁の反対側の後壁(103、113)、及び、前記前壁(102、112)と前記後壁(103、113)との間のエッジ区域(104、105；114、115)を含み、

パネル(101、111)のエッジ区域(104、114)の少なくとも1つは、光を伝達し、

少なくとも1つの光源(106、116)が、光伝達エッジ区域(104、114)に付随し、

作動時に、光源(106、116)から発生した光は、光伝達エッジ区域(104、114)に入射してパネル(101、111)内で発散する、

発光パネル(101、111)が設けられた、ディスプレイ装置を照明するための照明システムであって、

互いに実質的に平行に配置された第1の発光パネル(101)及び第2の発光パネル(111)、

を含み、

第1の発光パネル(101)の光伝達エッジ区域(104)に付随する光源(106)は、第1の発光波長を有する複数の発光ダイオード(106G、106G'、106G'')、...を含む、

第2の発光パネル(111)の光伝達エッジ区域(114)に付随する光源(116)は、第2及び第3の発光波長を有する少なくとも2つの発光ダイオードのクラスタ(C<sub>2</sub>)(116B、116R、116B'、126B、126R、126R'、126B'；136B'、136R、136B、136R、136B''；146B''、146B、146R、146B'、146B''')を含み、

前記クラスタに関連する仮想鏡面(S<sub>2</sub>)が、各クラスタ(C<sub>2</sub>)の中央に配置され、クラスタ(C<sub>2</sub>)の発光ダイオードは、仮想鏡面(S<sub>2</sub>)に対して垂直な方向に配置され、

発光ダイオード(116B、116R、116B'；126B、126R、126R'、126B'；136B'、136R、136B、136R、136B''；146B''、146B、146R、146B'、146B''')は、発光ダイオードから放射された光の発光スペクトルが仮想鏡面(S<sub>2</sub>)に対して鏡面对称になるような方法でクラスタ(C<sub>2</sub>)上に分布され、

前記第1、第2、及び、第3の発光波長が異なる、  
 ことを特徴とするシステム。

【請求項7】

クラスタ(C<sub>2</sub>)の各々は、3つの発光ダイオード(116B、116R、116B')を含み、

第2の発光波長を有する1つの発光ダイオード(116R)は、クラスタ(C<sub>2</sub>)の中央に位置し、

10

20

30

40

50

前記発光ダイオードは、第3の発光波長を有する2つの発光ダイオード（116B、116B'）の間に配置される、  
ことを特徴とする請求項6に記載の照明システム。

【請求項8】

クラスタ（ $C_2'$ ）の各々は、4つの発光ダイオード（126B、126R、126R'、126B'）を含み、  
第2の発光波長を有する2つの発光ダイオード（126R、126R'）は、クラスタ（ $C_2'$ ）の中央に位置し、  
前記2つの発光ダイオードは、第3の発光波長を有する2つの発光ダイオード（126B、126B'）の間に配置される、  
ことを特徴とする請求項6に記載の照明システム。

10

【請求項9】

クラスタ（ $C_2''$ ）の各々は、5つの発光ダイオード（136B'、136R、136B、136R'、136B''）を含み、  
第3の発光波長を有する1つの発光ダイオード（136B）は、クラスタ（ $C_2''$ ）の中央に位置し、  
前記発光ダイオードは、第2の発光波長を有する2つの発光ダイオード（136R、136R'）の間に配置され、  
前記2つの発光ダイオードの各々には、クラスタ（ $C_2''$ ）の中央から離れる方向に向く側面に第3の発光波長を有する発光ダイオード（136B'、136B''）が位置する、  
ことを特徴とする請求項6に記載の照明システム。

20

【請求項10】

クラスタ（ $C_2'''$ ）の各々は、5つの発光ダイオード（146B''、146B、146R、146B'、146B'''）を含み、  
第2の発光波長を有する1つの発光ダイオード（146R）は、クラスタ（ $C_2'''$ ）の中央に位置し、  
前記発光ダイオードは、第3の発光波長を有する2つの発光ダイオード（146B、146B'）の間に配置され、  
前記2つの発光ダイオードの各々には、クラスタ（ $C_2'''$ ）の中央から離れる方向に向く側面に第3の発光波長を有する発光ダイオード（146B''、146B'''）が位置する、  
ことを特徴とする請求項6に記載の照明システム。

30

【請求項11】

第1の発光パネル（101）の光伝達エッジ区域（104）に付随する光源（106）は、複数の緑色発光ダイオード（106G）を含み、  
第2の発光パネル（111）の光伝達エッジ区域（114）に付随する光源（116）は、青色及び赤色発光ダイオードの対称クラスタ（ $C_2$ 、 $C_2'$ 、 $C_2''$ 、 $C_2'''$ ）（116B、116R、116B'；126B、126R、126R'、126B'；136B'、136R、136B、136R'、136B''；146B''、146B、146R、146B'、146B'''）を含む、  
ことを特徴とする請求項6から請求項10のいずれか1項に記載の照明システム。

40

【請求項12】

第1の発光パネル（101）の光伝達エッジ区域（104）に付随する光源（106）は、複数の赤色発光ダイオードを含み、  
第2の発光パネル（111）の光伝達エッジ区域（114）に付随する光源（116）は、青色及び緑色発光ダイオードの対称クラスタを含む、  
ことを特徴とする請求項6から請求項10のいずれか1項に記載の照明システム。

【請求項13】

第1の発光パネル（101）の光伝達エッジ区域（104）に付随する光源（106）は

50

、複数の青色発光ダイオードを含み、  
 第2の発光パネル(111)の光伝達エッジ区域(114)に付随する光源(116)は、  
 赤色及び緑色発光ダイオードの対称クラスタを含む、  
 ことを特徴とする請求項6から請求項10のいずれか1項に記載の照明システム。

【請求項14】

前壁(2)、前記前壁の反対側の後壁(3)、及び、前記前壁(2)と前記後壁(3)との間のエッジ区域(4、5)を含み、

パネル(1)のエッジ区域(4)の少なくとも1つは、光を伝達し、

少なくとも1つの光源(6)が、光伝達エッジ区域(4)に付随し、

作動時に、光源(6)から発生する光は、光伝達エッジ区域(4)に入射してパネル(1)内で発散する、

発光パネル(1)が設けられた、ディスプレイ装置を照明するための照明システムであって、

発光パネル(1)の光伝達エッジ区域(4)に付随する光源(6)は、第1の発光波長を有する少なくとも1つの発光ダイオード(206R; 216R、216R'; 226R、226R'、')と、発光波長がそれぞれ異なる第2及び第3の発光波長の組合せを有する少なくとも1つの発光ダイオード(206GB、206GB'; 216GB、216GB'; 226GB、226GB'; 226GB'、226GB、226GB'、')とのクラスタ(C<sub>3</sub>)を含み、

クラスタ(C<sub>3</sub>)に関連する仮想鏡面(S<sub>3</sub>)が、各クラスタの中央に位置し、

クラスタ(C<sub>3</sub>)の発光ダイオードは、仮想鏡面(S<sub>3</sub>)に対して垂直な方向に配置され

、  
 発光ダイオード(206GB、206R、206GB'; 216R、216GB、216GB'; 216R'; 226GB、226R、226GB、226R'、226GB'、')は、発光ダイオードから放射された光の発光スペクトルが仮想鏡面(S<sub>3</sub>)に対して鏡面対象になるような方法でクラスタ(C<sub>3</sub>)上に分布される、  
 ことを特徴とするシステム。

【請求項15】

クラスタ(C<sub>3</sub>)の各々は、3つの発光ダイオード(206GB、206R、206GB')を含み、

第1の発光波長を有する1つの発光ダイオード(206R)は、クラスタ(C<sub>3</sub>)の中央に位置し、

前記発光ダイオードは、第2及び第3の発光波長の組合せを有する2つの発光ダイオード(206B、206B')の間に配置される、

ことを特徴とする請求項14に記載の照明システム。

【請求項16】

クラスタ(C<sub>3</sub>')の各々は、4つの発光ダイオード(216R、216GB、216GB'; 216R')を含み、

第1及び第2の発光波長の組合せを有する2つの発光ダイオード(216GB、216GB')は、クラスタ(C<sub>3</sub>')の中央に位置し、

前記2つの発光ダイオードは、第3の発光波長を有する2つの発光ダイオード(216R、216R')の間に配置される、

ことを特徴とする請求項14に記載の照明システム。

【請求項17】

クラスタ(C<sub>3</sub>'')の各々は、5つの発光ダイオード(226GB、226R、226GB、226R'、226GB'、')を含み、

第1及び第2の発光波長の組合せを有する1つの発光ダイオード(226GB)は、クラスタ(C<sub>3</sub>'')の中央に位置し、

前記発光ダイオードは、第3の発光波長を有する2つの発光ダイオード(226R、226R')の間に配置され、

前記2つの発光ダイオードの各々には、クラスタ(C<sub>3</sub>'')の中央から離れる方向に向

く側面に第 1 及び第 2 の発光波長の組合せを有する発光ダイオード（2 2 6 G B'、2 2 6 G B' '）が位置する、  
ことを特徴とする請求項 1 4 に記載の照明システム。

【請求項 1 8】

発光ダイオードの 2 つの隣接するクラスタは、クラスタ間の仮想インタフェースの位置で発光ダイオードを共有することを特徴とする請求項 1、請求項 6、又は、請求項 1 4 のいずれか 1 項に記載の照明システム。

【請求項 1 9】

発光ダイオード（6 G；6 B、6 R、6 B'、6 G'；1 6 G；1 6 B、1 6 R、1 6 R'、1 6 B'、1 6 G；2 6 G'、2 6 B、2 6 R、2 6 G、2 6 R'、2 6 B'、2 6 G' '；1 0 6 G；1 1 6 B、1 1 6 R、1 1 6 B'；1 2 6 B、1 2 6 R、1 2 6 R'、1 2 6 B'；1 3 6 B'、1 3 6 R、1 3 6 B、1 3 6 R'、1 3 6 B' '；1 4 6 B' '、1 4 6 B、1 4 6 R、1 4 6 B'、1 4 6 B' ' '；2 0 6 G B、2 0 6 R、2 0 6 G B'；2 1 6 R、2 1 6 G B、2 1 6 G B'、2 1 6 R'；2 2 6 G B'、2 2 6 R、2 2 6 G B、2 2 6 R'、2 2 6 G B' '）の各々は、少なくとも 5 ルーメンの光束を有することを特徴とする請求項 1 から請求項 4、請求項 6 から請求項 1 0、及び、請求項 1 4 から請求項 1 7 のいずれか 1 項に記載の照明システム。

【請求項 2 0】

発光ダイオードの各クラスタが、第 1、第 2、及び、第 3 の発光波長の発光ダイオードを包含するマルチチップ・パッケージとして形成されることを特徴とする請求項 1 から請求項 1 9 のいずれか 1 項に記載の照明システム。

【請求項 2 1】

請求項 1 から請求項 4、請求項 6 から請求項 1 0、請求項 1 4 から請求項 1 8、及び、請求項 2 0 のいずれか 1 項に記載の照明システムを備えることを特徴とするディスプレイ装置。

【請求項 2 2】

前記ディスプレイ装置は、液晶ディスプレイ（2 5）を含むことを特徴とする請求項 2 1 に記載のディスプレイ装置。

【請求項 2 3】

発光ダイオードの各クラスタが、第 1、第 2、及び、第 3 の発光波長の発光ダイオードを包含するマルチチップ・パッケージとして形成されることを特徴とする請求項 2 1 又は請求項 2 2 のいずれか 1 項に記載のディスプレイ装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

（技術分野）

本発明は、ディスプレイ装置を照明するための照明システムに関し、その照明システムには、以下を含む発光パネルが設けられている。

・前壁、前記前壁に対向する後壁、及び、前記前壁及び前記後壁の間のエッジ区域、ここで

- ・前記パネルの少なくとも 1 つのエッジ区域が光を伝達し、
- ・少なくとも 1 つの光源が前記光伝達エッジ区域に付随し、
- ・作動中に、光が前記光源から発生し前記光伝達エッジ区域に入射しそして前記パネル中に分布する。

本発明はまた、前記照明システムを有するディスプレイ装置に関する。

【0 0 0 2】

（背景技術）

そのような照明システムはそれ自体知られており、代替的にエッジ照明システムと呼ばれている。それらは、特にテレビジョン受信機やモニタなどの（画像）ディスプレイ装置の背面照明として使用される。そのような照明システムは、（携帯用）コンピュータ又はコードレス電話に使用される LCD パネルとも呼ばれる液晶ディスプレイ装置のような、非

放射ディスプレイのための背面光として特に好適に使用される。

【0003】

前記のディスプレイ装置は、各々が少なくとも1つの電極によって作動される、通常パターンの画素を一般的に有する基板を含む。画像又はデータグラフィック表示を（画像）ディスプレイ装置の（表示）スクリーンの関連区域に再生するために、ディスプレイ装置は制御回路を使用する。LCD装置では、背面光から発生した光は、種々の液晶効果を加えながら、スイッチ又は変調器によって変調される。更に、ディスプレイは、電気泳動効果又は電気機械的效果に基づく場合がある。

【0004】

冒頭の段落に記載された照明システムでは、通常は、例えば1つ又はそれ以上の冷陰極蛍光ランプ（CCFL）のような、筒状の低圧水銀蒸気放電ランプが光源として使用され、作動中に光源から放射される光は、導光板として作用する発光パネルに結合される。一般にこの導光板は、例えば合成樹脂材料又はガラス製の比較的薄く平坦なパネルを形成し、光は（全）内部反射の影響下で導光板を通過して搬送される。

そのような照明システムにはまた、例えば発光ダイオード（LED）などのエレクトロルミネセント素子のような電気光学素子とも呼ばれる複数の光電素子の形態の代替的光源が設けられる。これらの光源は、一般に発光パネルの光伝達エッジ区域の近傍に、又は、隣接して設けられ、そのために作動中光源から発生する光は光伝達エッジ区域に入射してパネル中に分布する。

【0005】

WO-A 99 53 236は、LCDパネルが様々な種類の周辺光において照光される照明システムを開示する。使用光源は、光パイプとも呼ばれる発光パネルに光を結合する白熱灯である。発光パネルでは、光の多重反射が光分布をもたらし、LCDパネルを照光する。

上述の種類の照明システムには、発光パネル中の、特に発光パネルのエッジの光分布の均一性が不十分であるという欠点がある。その結果、ディスプレイ装置の照光の均一性が不十分である。

【0006】

（発明の開示）

上に述べた欠点を完全に又は部分的に克服するのが本発明の目的である。

本発明により以下のような点で目的が達成される。

- ・発光パネルの光伝達エッジ区域に付随する光源が、発光波長が異なるそれぞれ第1、第2、及び、第3の発光波長を有する少なくとも3個の発光ダイオードのクラスタを有する。ここで、
- ・クラスタに関連する仮想鏡面は、各クラスタの中心に位置し、
- ・クラスタの発光ダイオードは、仮想鏡面に対して垂直な方向に配置され、
- ・発光ダイオードは、発光ダイオードによって放射された光の発光スペクトルが仮想鏡面に対して鏡面对称になる方法でクラスタ上に分布されている。

【0007】

異なる色のLEDによって、発光パネルのエッジ近辺で有害な色の影響が発生する。そのような照明システムでは、一般に作動中LEDによって放射された相対的な光束に応じて、R（赤）対G（緑）対B（青）＝1対1対1、又は、R対G対B＝1対2対1の割合のLEDのクラスタが適用される。クラスタ毎に大きな数のLEDを使用することができるが、色を均一に混合するのが徐々に困難になるという欠点がある。前記のLEDが線形アレーの場合、LEDのクラスタ間のピッチは、目標とする色の均一性を実現するのに光が十分に混合される前に必要なスペースの量に強い影響を有する。上述の既知のR対G対Bの割合が与えられると、光を十分に混合するために必要な長さは、LEDのクラスタ間のピッチの3倍から4倍に達する。

しかし、上述の既知の割合のR対G対B＝1対1対1、又は、1対2対1では、発光パネルのエッジに角度効果が発生する。特に発光パネルのエッジ近辺と、発光パネル上の位置

10

20

30

40

50

に依存する色の点に有害な色効果が発生する。LEDの発光パターンは、上述の角度効果に影響を与える。

【0008】

本発明者は、使用されたLEDのクラスタがそれらの発光波長に関して対称な場合に、これらの角度効果が実質的に減少することを認識した。発光エッジ区域に対して横方向に延びる発光パネルのエッジ区域は、LEDによって放射された光のための（正反射、及び／又は、拡散）鏡として作用する。LEDがその発光波長の観点からみて対称にクラスタ中に配置される場合、発光エッジ区域に対して横方向に延びる発光パネルのエッジ区域の鏡効果は実質的に減少する。

【0009】

LEDがその発光波長の観点からみて対称にクラスタ中に配置されるということは、同じ発光波長のLEDが仮想鏡面の両側に配置されることを意味する。LEDがクラスタ毎に奇数個ある場合、仮想鏡面はクラスタ中の中央のLEDと交差する。

本発明に従った手段のおかげで、照射システムによって放射される光の分布の均一性が改善される。その結果、（画像）ディスプレイ装置のより均一な照明が得られる。

【0010】

光源は、好ましくは青、緑、赤の発光ダイオードの対称なクラスタを有する。青、緑、赤は、（画像）ディスプレイ装置で使用される三原色である。好ましくは、高い光出力及び比較的広い発光パターンのLEDが使用される。更に、光の混合を改善するために、好ましくは明白なローブの光を放射するLEDが使用される。

好ましくは、発光ダイオードは、それぞれ少なくとも5ルーメンの光束を有する。高い出力のLEDは、代替的にLEDパワーパッケージと呼ばれる。

クラスタ毎のLEDの数が少ないほど、照明システムの設計は、よりコンパクトにできる。

【0011】

照明システムの好ましい実施形態は、以下のように特徴付けられる。

- ・各クラスタが、5個の発光ダイオードを有する。ここで、
- ・第1の発光波長を有する1個の発光ダイオードは、クラスタの中央に配置され、
- ・前記発光ダイオードは、第2の発光波長を有する2個の発光ダイオード間に配置され、
- ・前記2個の発光ダイオードの各々には、クラスタの中央から離れる方向に向く側面に第3の発光波長を有する発光ダイオードが位置する。

【0012】

R対G対B = 1対2対2、R対G対B = 2対1対2、又は、R対G対B = 2対2対1の割合で、クラスタ毎に5個のLEDを有する照明システムを使用することが特に好ましい。一例として、本明細書に記載のクラスタの構成は、連続するGBRGB、RGBGR、又は、RBGBRのLEDである。そのようなR対G対B比率のクラスタは、クラスタ毎のLEDの数が比較的少なく、LED出力の変動が容易に補償されるので好適である。これには、LED間に幾分大きな距離が選択できるという付加的な利点がある。

【0013】

照明システムの代替実施形態には以下の特徴がある。

- ・各クラスタが、6個の発光ダイオードを有する。ここで
- ・第1の発光波長を有する2個の発光ダイオードは、クラスタの中央に配置され、
- ・上述の2個の発光ダイオードは、第2の発光波長を有する2個の発光ダイオード間に配置され、
- ・後者の2個の発光ダイオードの各々には、クラスタの中央から離れる方向に向く側面に第3の発光波長を有する発光ダイオードが位置する。

例えば、クラスタが連続するGBRRBG、RGBBGR、又は、BRGGRBのLEDを有し、R対G対Bの割合が2対2対2である、クラスタ毎に6個のLEDを有する照明システムを使用するのが特に好ましい。

【0014】

10

20

30

40

50



照明システムの更なる代替実施形態は以下の特徴を有する。

- ・各クラスタは、7個の発光ダイオードを有する。
- ・第1の発光波長を有する1個の発光ダイオードが、クラスタの中央に配置される。ここで
- ・上述の発光ダイオードは、第2の発光波長を有する2個の発光ダイオード間に配置され、
- ・上述の2個の発光ダイオードの各々には、クラスタの中央から離れる方向に向く側面に第3の発光波長を有する発光ダイオードが位置し、
- ・後者の2個の発光ダイオードの各々には、クラスタの中央から離れる方向に向く側面に第1の発光波長を有する発光ダイオードが位置する。

10

#### 【0015】

R対G対B = 2対2対3、R対G対B = 2対3対2、又は、R対G対B = 3対2対2の比率で、クラスタ毎に7個のLEDを有する照明システムを使用することは特に好ましい。一例として本明細書に記載のクラスタは、連続するGBRGRBG、RGBRBRG、又は、BGRBRGRのLEDを有する。

クラスタ毎に更に大きい数のLEDが選択される場合、色があまりよく混合しないという事実の結果として、照明システムのエッジに色の周期的なパターンを形成することが可能となる。そのような周期性は、一般にクラスタ間のピッチに対応する。

#### 【0016】

一般に、各クラスタは整数のLEDを有する。一般に、各クラスタが偶数のLEDを有する場合、仮想鏡面は2つのLED間に配置される。逆に各クラスタが奇数のLEDを有する場合、仮想鏡面は一般に1つのLEDの中心に配置され、すなわち、仮想鏡面はクラスタの中心の中央LEDと「交差」する。従って、仮想インタフェースがLEDの2つのクラスタ間に延びると想像される。一般に、そのような仮想インタフェースは2つのLEDの間に延び、これらのLEDの一方は、1つのクラスタの一部を形成し、他方のLEDは、他の隣接するクラスタの一部を形成する。照明システムの代替実施形態では、LEDの2つのクラスタ間の仮想インタフェースは1つのLEDの中央に位置し、すなわち、2つのクラスタの仮想インタフェースが上述のLEDと交差する。その結果、上述のLEDの半分がLEDの一方のクラスタの一部を形成し、上述のLEDの残りの半分が他方のクラスタ、すなわち隣のLEDのクラスタの一部を形成する。1つのLEDが2つのクラスタによって共有されているので、クラスタの対称を保持しながらLEDの数を減らすことができる。

20

30

#### 【0017】

インタフェースでLEDを共有するLEDクラスタの場合の重要な態様は、発光パネルのエッジに配置されたLEDの半分だけが、発光パネルの光の生成に貢献するという点である。これは、基本的に、このLEDの半分だけがそのクラスタの一部を形成し、他のクラスタの場合のように、もう1つのクラスタによって共有されないという事実に帰する。発光パネルの光の生成に対するこの50%の貢献は、発光パネルのエッジに配置されたLEDの半分を遮蔽することによって、又は、上述のLEDの光出力が通常の光出力の50%であるような電流をこのLEDに供給することによって簡単に実現される。

40

#### 【0018】

このように、照明システムの好ましい実施形態の特徴は、各クラスタが4個の発光ダイオードを有し、2つの隣り合うLEDのクラスタが1個のLEDを共有し、第1の発光波長を有する1個の発光ダイオードがクラスタの中心に配置され、上述の発光ダイオードが第2の発光波長を有する2個の発光ダイオード間に配置され、上述の発光ダイオードの各々には、クラスタの中央から離れる方向に向く側面に第3の発光波長を有する発光ダイオードが位置し、第3の発光波長を有する発光ダイオードの半分が、隣接するLEDクラスタの一部を形成することである。

#### 【0019】

R対G対B = 1対1対2、R対G対B = 1対2対1、又は、R対G対B = 2対1対1の比

50

率で、クラスタ毎に4個のLEDを有する照明システムを使用することが特に好ましい。一例として、本明細書に記載したクラスタは、連続するGBRGB、GRBGR、RGBGR、RBGBR、BGRBG、又は、BRGRBのLEDを有する。これら全ての例において、最初と最後に記載のLEDは隣接するクラスタの一部を形成し、発光パネルのエッジの最も近くに配置されたLEDは、上述の方法により関連するクラスタに半分だけ貢献する。そのようなR対G対Bの比率のクラスタは、クラスタ毎のLEDの数が比較的少なく、LEDの出力の変動が容易に補償されるので好ましい。これにより、LED間に幾分大きな距離が選択できるという付加的な利点が得られる。

#### 【0020】

従って、照明システムの代替実施形態の特徴は、各クラスタが5個の発光ダイオードを有し、LEDの2つの隣接するクラスタが1個のLEDを共有し、第1の発光波長を有する2個の発光ダイオードがクラスタの中心に配置され、上述の発光ダイオードが第2の発光波長を有する2個の発光ダイオード間に配置され、後者の発光ダイオードの各々には、クラスタの中央から離れる方向に向く側面に第3の発光波長を有する発光ダイオードが位置し、第3の発光波長を有する発光ダイオードの半分が隣接するLEDクラスタの一部を形成することである。

#### 【0021】

R対G対B = 1対2対2、R対G対B = 2対2対1、又は、R対G対B = 2対1対2の比率で、クラスタ毎に5個のLEDを有する照明システムを使用することが特に好ましい。一例として、本明細書に記載したクラスタは、連続するRBGBGR、GRBBRG、又は、BGRRGBのLEDを有する。これら全ての例において、最初と最後に記載のLEDは隣接するクラスタの一部を形成し、発光パネルのエッジの最も近くに配置されたLEDは、上述の方法により関連するクラスタに半分だけ貢献する。

#### 【0022】

これに対して、照明システムの更なる代替実施形態は、クラスタ毎に6個のLEDを有し、LEDの割合は、R対G対B = 1対2対3、R対G対B = 2対3対1、又は、R対G対B = 3対2対1であり、あるいは、LEDの割合は、R対G対B = 1対1対4、R対G対B = 1対4対1、又は、R対G対B = 4対1対1である。前者の割合の一例として、本明細書に記載のクラスタは、連続するRGBGBGR、又は、RBGGGBRのLEDを有する。後者の割合の一例として、本明細書に記載のクラスタは、連続するRGGBGGRのLEDを有する。これらの例の全てにおいて、最初と最後のLEDは隣接するクラスタの一部を形成し、発光パネルのエッジの最も近くに配置されたLEDは、関連するクラスタに対して、上述のような方法で半分貢献するだけである。

#### 【0023】

照明システムの興味ある代替実施形態において、2つの発光波長を組合せたLEDが使用される。これは、例えば、青色LEDに緑色蛍光体を部分的に設けるか、緑色LEDに赤色蛍光体を部分的に設けるか、又は、青色LEDに赤色蛍光体を部分的に設けることによって実現される。このようにして、より少ないLEDを使用してLEDの対称クラスタを形成することができる。

これを実現するために、照明システムの実施形態は次の特徴を有する。

- ・発光パネルの光伝達エッジ区域に付随する光源が、第1の発光波長を有する少なくとも1個の発光ダイオードと、それぞれ発光波長が異なる第2及び第3の発光波長の組合せを有する少なくとも1個の発光ダイオードとのクラスタを含む。ここで、
- ・クラスタに関連する仮想鏡面は、各クラスタの中央に位置し、
- ・クラスタ内の発光ダイオードは、仮想鏡面に対して垂直な方向に配列され、
- ・発光ダイオードは、発光ダイオードによって放射された光の発光スペクトルが仮想鏡面に対して鏡面对称になる方法でクラスタ上に分布される。

#### 【0024】

照明システムの上述の実施形態において、好ましくは、各クラスタが3個の発光ダイオードを有する。

10

20

30

40

50

第 1 の発光波長を有する 1 個の発光ダイオードがクラスタの中央に位置する。

上述の発光ダイオードが、第 2 及び第 3 の発光波長の組合せを有する 2 個の発光ダイオードの間に配置される。

代替実施形態においては、第 2 及び第 3 の発光波長を有する 1 個の発光ダイオードがクラスタの中央に位置し、各側面に第 1 の発光波長を有する発光ダイオードが位置する。

クラスタ毎に 3 個の L E D を使用して、L E D の対称クラスタを有する特にコンパクトな照明システムが得られる。

【 0 0 2 5 】

照明システムの上述の実施形態において、好ましくは、各クラスタが 4 個の発光ダイオードを有し、

- ・第 1 及び第 2 の発光波長の組合せを有する 2 個の発光ダイオードは、クラスタの中央に位置し、

- ・上述の発光ダイオードは、第 1 の発光波長を有する 2 個の発光ダイオードの間に配置される。

代替実施形態において、第 3 の発光波長を有する 2 個の発光ダイオードは、クラスタの中央に位置し、各側面に第 1 及び第 2 の発光波長の組合せを有する発光ダイオードが位置する。

クラスタ毎に 4 個の L E D を使用して、L E D の対称クラスタを有する非常にコンパクトな照明システムが得られる。

【 0 0 2 6 】

照明システムの上述の実施形態において、好ましくは、各クラスタが 5 個の発光ダイオードを有し、

- ・第 1 及び第 2 の発光波長の組合せを有する 1 個の発光ダイオードは、クラスタの中央に位置し、

- ・上述の発光ダイオードは、第 3 の発光波長を有する 2 個の発光ダイオードの間に配置され、

- ・上述の 2 個の発光ダイオードの各々には、クラスタの中央から離れる方向に向く側面に第 1 及び第 2 の発光波長の組合せを有する発光ダイオードが位置する。

【 0 0 2 7 】

代替実施形態において、第 3 の発光波長を有する発光ダイオードは、第 1 及び第 2 の発光波長の組合せを有する 2 個の発光ダイオード間のクラスタの中央に配置され、上述の 2 個の発光ダイオードの各々には、クラスタの中央から離れる方向に向く側面に第 1 の発光波長を有する発光ダイオードが位置する。

クラスタ毎に 5 個の L E D を使用して、L E D の対称クラスタを有するコンパクトな照明システムが得られる。

L E D の 2 つのクラスタ間の仮想インタフェースが 1 つの L E D の中心に位置する照明システムの上述の代替実施形態において、クラスタ毎の L E D 数を更に減らすことが可能である。

【 0 0 2 8 】

すなわち、照明システムの好ましい実施形態の特徴は、各クラスタが 2 個の発光ダイオードを有し、2 つの隣接する L E D クラスタが 1 個の L E D を共有し、第 1 の発光波長を有する 1 個の発光ダイオードがクラスタの中央に位置し、上述の発光ダイオードが第 2 及び第 3 の発光波長の組合せを有する 2 個の発光ダイオードの間に配置され、第 2 及び第 3 の発光波長の組合せを有する発光ダイオードの半分が、隣接する L E D クラスタの一部を形成することである。この逆の場合には、第 2 及び第 3 の発光波長の組合せを有する 1 個の発光ダイオードがクラスタの中央に位置し、上述の発光ダイオードは、第 1 の発光波長を有する 2 個の発光ダイオードの間に配置される。後者の場合、第 1 の発光波長を有する発光ダイオード（の半分）が、隣接するクラスタの一部を形成する。

【 0 0 2 9 】

それに対して、照明システムの代替実施形態の特徴は、各クラスタが 3 個の発光ダイオ

10

20

30

40

50

ドを有し、2つの隣接するLEDクラスタが1個のLEDを共有し、第1の発光波長を有する2個の発光ダイオードがクラスタの中央に位置し、上述の2個の発光ダイオードが、第2及び第3の発光波長の組合せを有する2個の発光ダイオードの間に配置され、第2及び第3の発光波長の組合せを有する発光ダイオードの半分が、隣接するLEDクラスタの一部を形成することである。この逆の場合には、第2及び第3の発光波長の組合せを有する2個の発光ダイオードがクラスタの中央に位置し、上述の2個の発光ダイオードが、第1の発光波長を有する2個の発光ダイオードの間に配置される。後者の場合、第1の発光波長を有する2個の発光ダイオード（の半分）が、隣接するクラスタの一部を形成する。

#### 【0030】

それに対して、照明システムの更なる代替実施形態の特徴は、各クラスタが4個の発光ダイオードを有し、2つの隣接するLEDクラスタが1個のLEDを共有し、第1の発光波長を有する3個の発光ダイオードがクラスタの中央に位置し、上述の3個の発光ダイオードが第2及び第3の発光波長の組合せを有する2個の発光ダイオードの間に配置され、第2及び第3の発光波長の組合せを有する発光ダイオードの半分が、隣接するLEDクラスタの一部を形成することである。この逆の場合は、第2及び第3の発光波長の組合せを有する3個の発光ダイオードがクラスタの中央に位置し、上述の3個の発光ダイオードが、第1の発光波長を有する2個の発光ダイオードの間に配置される。後者の場合、第1の発光波長を有する2個の発光ダイオード（の半分）が、隣接するクラスタの一部を形成する。

#### 【0031】

本発明の目的は、以下のような点で代替的に達成される。

- ・照明システムが、第1の発光パネルと第2の発光パネルとを含み、上述の第1及び第2の発光パネルは、少なくとも互いに実質的に平行に配置される。
- ・第1の発光パネルの光伝達エッジ区域に付随する光源が、第1の発光波長を有する複数の発光ダイオードを含む。
- ・第2の発光パネルの光伝達エッジ区域に付随する光源が、第2及び第3の発光波長を有する少なくとも2個の発光ダイオードから成るクラスタを含む。ここで
- ・クラスタに関連する仮想鏡面は、各クラスタの中央に位置し、
- ・クラスタの発光ダイオードは、仮想鏡面と垂直な方向に配置され、
- ・発光ダイオードは、発光ダイオードによって放射された光の発光スペクトルが仮想鏡面に対して鏡面对称になる方法でクラスタ上に分布され、
- ・第1、第2、及び、第3の発光波長は異なっている。

#### 【0032】

照明システムに1つよりも多い発光パネルを適用する利点は、第1の発光パネルの光伝達エッジ区域が発光波長の異なる（最大で）2個のLEDと関連付けられ、第2の発光パネルの光伝達エッジ区域が1個又は（最大で）2個のLEDに関連付けられることである。3個の異なる色のLEDが発光パネルの光伝達エッジ区域と関連付けられる場合、LEDから発生する光を十分に混合するために比較的より多くの空間が必要である。最大で2種類のLEDから発生する光を一方の発光パネルに結合させ、最大で2種類のLEDから発生する光を他方の発光パネルに結合させることによって、光を混合するのに必要な空間が十分に減少する。

複式の光パネルを使用する更なる利点は、各パネルの光出力及び光分布が別々に作用を受けることができることである。

第1の発光パネルの光伝達エッジ区域に付随する光源は、好ましくは複数の緑色の発光ダイオードを有し、第2の発光パネルの光伝達エッジ区域に付随する光源は、好ましくは青と赤の発光ダイオードの対称クラスタを有する。

#### 【0033】

照明システムの好ましい実施形態は、以下のように特徴付けられる。

- ・各クラスタが3個の発光ダイオードを有し、ここで
- ・第2の発光波長を有する1個の発光ダイオードは、クラスタの中央に位置し、

・上述の発光ダイオードは、第3の発光波長を有する2個の発光ダイオードの間に配置される。

第2の発光パネルの光伝達エッジ区域に付随するLED数の比率が1対2で、クラスタ毎に3個のLEDを有する照明システムの使用が特に好ましい。一例として、GのLEDだけが第1の発光パネルの光伝達エッジ区域に付随すると、連続するBRB又はRBRのクラスタは、第2の発光パネルの光伝達エッジ区域に付随する。

2つのLEDクラスタ間の仮想インタフェースが1つのLEDの中心に配置された上述の照明システムの代替実施形態では、クラスタ毎のLEDの数を更に減らすことができる。

#### 【0034】

このように、照明システムの好ましい実施形態の特徴は、各クラスタが2個の発光ダイオードを有し、2つの隣接するクラスタが1個のLEDを共有し、第2の発光波長を有する1個の発光ダイオードは、クラスタの中央に位置し、上述の発光ダイオードは、第3の発光波長を有する2個の発光ダイオード間に配置され、第3の発光波長を有する発光ダイオードの半分は、隣接するLEDクラスタの一部を形成することである。この逆の場合は、第3の発光波長を有する1個の発光ダイオードがクラスタの中央に位置し、上述の発光ダイオードは、第2の発光波長を有する2個の発光ダイオード間に配置される。後者の場合、第2の発光波長を有する発光ダイオード（の半分）は、隣接するクラスタの一部を形成する。

#### 【0035】

代替実施形態において、第1及び第2の発光パネルには、両方とも3個のLEDから成るクラスタが設けられる。一例として、連続するGBGのLEDのクラスタは、第1の発光パネルに付随し、連続するRGRのLEDのクラスタは、第2の発光パネルに付随する。このようにして、LEDの全数の間の1対2対3の比率が達成できる。更なる実施例においては、連続するGBGのLEDのクラスタは、第1の発光パネルに付随し、連続するRBRのLEDのクラスタは、第2の発光パネルに付随する。このようにして、LEDの全数の間の1対1対1の比率が達成できる。

#### 【0036】

照明システムの代替実施形態は、以下のように特徴付けられる。

- ・各クラスタが、4個の発光ダイオードを有し、
- ・第2の発光波長を有する2個の発光ダイオードは、クラスタの中央に位置し、
- ・上述の発光ダイオードは、第3の発光波長を有する2個の発光ダイオードの間に配置される。

第2の発光パネルの光伝達エッジ区域に付随するLED数の比率が2対2で、クラスタ毎に4個のLEDを有する照明システムの使用が特に好ましい。一例としてGのLEDだけが第1の発光パネルの光伝達エッジ区域に付随する場合、連続するBRRB又はRBBRのクラスタは、第2の発光パネルの光伝達エッジ区域に付随する。

#### 【0037】

照明システムの更なる代替実施形態は、以下の特徴を有する。

- ・各クラスタが、5個の発光ダイオードを有し、
- ・第3の発光波長を有する1個の発光ダイオードは、クラスタの中央に位置し、
- ・上述の発光ダイオードは、第2の発光波長を有する2個の発光ダイオード間に配置され、

・上述の2個の発光ダイオードの各々には、クラスタの中央から離れる方向に向く側面に第3の発光波長を有する発光ダイオードが位置する。

第2の発光パネルの光伝達エッジ区域に付随するLED数の比率が2対3で、クラスタ毎に5個のLEDを有する照明システムの使用が特に好ましい。一例としてGのLEDだけが第1の発光パネルの光伝達エッジ区域に付随する場合、連続するBRBBR又はRBBRのクラスタは、第2の発光パネルの光伝達エッジ区域に付随する。

#### 【0038】

照明システムの更なる代替実施形態は、以下の特徴を有する。

10

20

30

40

50

・各クラスタが、5個の発光ダイオードを有し、  
・第2の発光波長を有する1個の発光ダイオードは、クラスタの中央に位置し、  
・上述の発光ダイオードは、第3の発光波長を有する2個の発光ダイオードの間に配置され、  
・上述の2個の発光ダイオードの各々には、クラスタの中央から離れる方向に向く側面に第3の発光波長を有する発光ダイオードが位置する。  
第2の発光パネルの光伝達エッジ区域に付随するLED数の比率が1対4で、クラスタ毎に5個のLEDを有する照明システムの使用が特に好ましい。一例としてGのLEDだけが第1の発光パネルの光伝達エッジ区域に付随する場合、連続するBBRBB又はRRBRRのクラスタは、第2の発光パネルの光伝達エッジ区域に付随する。  
照明システムの代替実施形態では、発光パネルに付随する色が相互交換される。

10

#### 【0039】

LEDによって放射される光の量は、発光ダイオードの光束を変化させることによって調整される。光束の調整は、一般にエネルギー効率が良い方法で行われる。例えば、LEDは、効率を著しく低下させないで減光することができる。好ましくは、発光ダイオードによって放射される光の強さは、ディスプレイ装置によって表示される画像の照明レベルに応じて、又は、周辺光のレベルに応じて可変である。好ましくは、ディスプレイ装置によって表示される画像の色の点は、照明システムによって判断される。それによって、ディスプレイ装置によって表示される画像の（例えば、明暗の）（改良された）ダイナミック・レンジが得られる。

20

本発明に従う手段により、照明システムによって放射された光はより均一に分布される。その結果、（画像）ディスプレイ装置のより均一な照明が得られる。更に、本発明による照明システムは、同じ光均一性を有する（横方向に）よりコンパクトな照明システムを得ることを可能にする。

#### 【0040】

照明システムの更なる代替実施形態では、特定の発光波長を有するLEDは別にして、蛍光体を備えたLEDが使用され、その結果、LEDによって放射される光の発光は、上述の蛍光体によって異なる目標とする発光波長を有する光に変換される。他の色を生成するために、赤色LEDと蛍光LEDとの組合せを特に好適に使用することができる。

好ましくは、各発光ダイオードは、少なくとも5ルーメンの光束を有する。そのような高出力を有するLEDはまた、LEDパワーパッケージとも呼ばれる。このような高効率高出力LEDを使用することは、目標とする比較的高い光出力においてLEDの数が比較的少なくなるという特別な利点がある。これは、製造される照明システムのコンパクト性及び効率性にとってプラスの効果がある。

30

#### 【0041】

LEDを使用すると、動的な照明の可能性が得られるという別の利点がある。この目的のために、光源から作動中に放射される光の光学特性を計測するセンサが、光伝達エッジ区域に好適に位置する。異なる種類のLEDが組み合わせられ、及び／又は、異なる色のLEDが使用される場合、例えば照明システムが目標とする色温度の白色光を放射することを可能にするなどの、望ましい方法で色を混合することが可能となる。更に、ディスプレイ装置の条件とは関係なく、色変化をもたらすことができる。

40

#### 【0042】

空間を節約するために、光パネルは、好ましくは前後に配置される。発光パネルの前壁又は好ましくは後壁には、光をパネルの外に結合する手段が設けられる。光を結合するこれらの手段は、代替的に結合部材と呼ばれる。それ自体公知のこれらの手段は、変形（のパターン）を含む。上述の手段は、反射、散乱、及び／又は、屈折によって光を発光パネルの外に結合する。一般に、光を結合する手段は、関連する発光パネルの後壁上に非均一に分布され、すなわち、それらは所定の勾配で設けられ、光を関連する発光パネルの外にできるだけ均一に結合させる。

#### 【0043】

50

ディスプレイ装置の最も近くに位置する第1の発光パネルは、ディスプレイ装置から離れる方向を向く第1の発光パネルの側に位置する第2の発光パネルから発生した光を通過させる。代替実施形態において、第2の発光パネルは、第1の発光パネルとディスプレイ装置との間に配置される。

光伝達エッジ区域が、第1及び第2の発光パネルの反対側に交互に位置する場合は特に好ましい。これは、勾配が同じ（しかし、逆の）方向に延びるので、発光パネルの外に光を結合する手段の分布の勾配から発生する光のあらゆる影響を補償することを可能にする。これは、3個の直列に配置された発光パネルに対して同じように達成することができる。

#### 【0044】

好ましくは、照明システムは、発光ダイオードの光束を変えるための制御用電子装置を含む。適切な制御電子装置は、目標とする色温度効果を達成することを可能にする。それは、制御電子装置が例えば周辺光の色温度を計測するセンサによって、又は、例えば（パーソナル）コンピュータのビデオカードによって、及び／又は、コンピュータプログラムのドライブソフトウェアによってアセンブリのユーザによって影響を受ける可能性がある場合には特に好ましい。

#### 【0045】

本発明による照明システムの更なる好ましい実施形態では、LEDのクラスタは、第1、第2、及び、第3の発光波長の必要数の発光ダイオードを包含し、仮想鏡面の鏡面对称を示す、マルチチップ・パッケージとして形成される。従って、好ましくは、ディスプレイ装置には、マルチチップ・パッケージのLEDクラスタが設けられる。これには、色の混合がチップ・パッケージ内部で既に始まっており、発光パネル内の混合に対して改善された効果を有するという利点がある。従って、発光パネル面上の色の混合、及び、光の均質性の両方が改善される。

本発明の上記及び他の態様は、以下に説明する実施形態から明白になり、また、それらを参照して明解になる。

#### 【0046】

（発明を実施するための最良の形態）

図は、純粋に図式的なものであり縮尺に従わないで描かれている。特に理解しやすいように著しく寸法を誇張した部分もある。図において可能な場合には、同じ参照番号は常に同じ部分を表している。

図1は、本発明による照明システムの実施形態の断面図である。照明システムは、光伝達材料の発光パネル1を有する。パネル1は、例えば、合成樹脂、アクリル、ポリカーボネート、「Perspex」などのppma、又は、ガラスで作られる。作動中、光は、全内部反射の影響の下でパネル1を通して搬送される。パネル1は、前壁2とこの前壁の反対側の後壁3とを有する。前壁2と後壁3との間にエッジ区域4及び5がある。図1に示された例では、4で参照されたエッジ区域は光伝達性であり、少なくとも1つの光源6がそれに付随する。作動中、光源6で発生した光は、光伝達エッジ区域4及び14に入射し、パネル1で拡散する。

照明システムの代替実施形態では、参照番号5を有するエッジ区域もまた光を伝達し、更なる光源がそれに付随する。

#### 【0047】

本発明により、第1、第2、及び、第3の発光波長を有するLEDのクラスタは、光伝達エッジ区域と関連付けられ（図2A、2B、及び、2Cを参照）、LEDは、クラスタに関連する仮想鏡面に関して対称に配置される。

発光パネル1は、作動中、例えば液晶ディスプレイ（LCD）装置25などのディスプレイ装置の方向に光を放射する。この目的のために、発光パネル1の後壁3には、光を発光パネル1の外に結合する手段（図1には示されていない）が設けられる。これらの手段は変形（のパターン）を有し、例えばスクリーン印刷されたドット、ウェッジ、及び／又は、リッジを含む。それらの手段は、例えば印刷、加圧成形、エッチング、スクライビング、又は、サンドブラストによってパネル1の後壁に設けられる。代替実施形態では、発光

10

20

30

40

50

パネルの前壁に変形がもたらされる。これらの手段は、反射、拡散、及び／又は、屈折によって発光パネル 1 の外に光を結合する。光を結合する手段は、関連する発光パネルの後壁上にほぼ非均一に分布され、すなわち、それらは所定の勾配で設けられ、光を関連する照明システムの外に可能な限り均一に結合させる。

光を結合する手段は、2 次的な光源としての役目をする。特定の光学システムがこの 2 次的な光源に付随させることができ、その光学システムは、例えば後壁 2（図 1 には図示されていない）上に設けられる。この光学システムは、例えば広帯域の光ビームを生成するのに使用することができる。

#### 【0048】

光源 6 は、複数の発光ダイオード（LED）を有する（同じく図 2 A、2 B、及び、2 C を参照）。一般に、LED の光源の明るさは、蛍光灯の何倍も大きい。更に、LED が使用されると、光がパネルの中に結合される効率は、蛍光灯の場合よりも高い。LED を光源として使用することには、LED が合成樹脂材料製のパネルと接触し得るという利点がある。LED は、発光パネル 1 の方向に熱を殆ど放出せず、有害な（UV）放射線を放射しない。LED を使用すると、LED から発生した光をパネルの中に結合する手段が不要になるという付加的な利点がある。LED の使用は、好ましくは、よりコンパクトな照明システムをもたらす。

#### 【0049】

発光パネル 1 から発生する光の更なる混合をもたらすオプションの（偏光）拡散器 2 1 と反射拡散器 2 2 とが図 1 に示されている。図 1 は、更に、参照番号 2 5 を有するディスプレイ装置、好ましくは LCD パネルを非常に図式的に示す。発光パネル 1、光源 6、拡散器 2 1、ディスプレイ装置 2 5、及び、ハウジング 2 8 のアセンブリは、例えば（ビデオ）画像を表示するディスプレイ装置を形成する。

#### 【0050】

図 1 において、発光パネル 1 には、作動時に光源 6 から発生する光の光学特性を計測するセンサ 1 0 が更に設けられる。このセンサ 1 0 は、光源 6 の光束を適切に適合させるための制御電子装置（図 1 には示されていない）に結合される。センサ 1 0 と制御電子装置とによって、発光パネル 1 の外に結合された光の質及び量に影響を与えるのに使用されるフィードバック機構を形成することができる。

図 1 に示された例において、LED は、光伝達エッジ区域 4 と接触する。1' で示される発光パネル 1 の第 1 の部分は、LED から発生する光を混合するために使用される。

#### 【0051】

図 2 A は、図 1 に示された照明システムの実施形態の詳細を示す側面図である。この図において、発光パネル 1 の光伝達エッジ区域 4 に付随する光源は、5 個の LED である 6 G、6 B、6 R、6 B'、6 G'、及び、6 G、6 B、6 R、6 B'、6 G'、及び、... のクラスタ C を有する。この 5 個の LED は、それぞれ波長が異なる第 1、第 2、及び、第 3 の発光波長を有する LED によって形成されるグループから選択される。図 2 A に示す例では、LED は、作動時に赤（R）、青（B）、及び、緑（G）の光を放射する。クラスタに関連する仮想鏡面 S は、各クラスタ C の中央に位置する。クラスタ C の LED は、仮想鏡面 S に対して垂直な方向に配置される。LED は、LED から放射された光の発光スペクトルが仮想鏡面 S に対して鏡面对称になる方法でクラスタ C 上に分布される。図 2 A の例では、1 個の LED 6 R が、クラスタ C の中央に位置する。仮想鏡面 S は、この LED 6 R の幾何学的中心に位置する。上述の LED 6 R は、2 個の LED 6 B 及び 6 B' 間に配置される。上述の各 LED には、鏡面 S から離れる方向に向くクラスタ C の側面に LED 6 G 及び 6 G' が位置する。この例では、クラスタ C は、G B R B G の LED のシーケンスを有する。代替実施形態では、異なるシーケンスが使用される。

#### 【0052】

図 2 B は、図 1 に示された照明システムの代替実施形態の詳細を示す側面図である。この図において、発光パネル 1 の光伝達エッジ区域 4 に付随する光源は、6 個の LED である 1 6 G、1 6 B、1 6 R、1 6 R'、1 6 B'、1 6 G、及び、1 6 G、1 6 B、1 6 R

10

20

30

40

50



、16R'、16B'、16G'、及び、...のクラスタC'を有する。上述の6個のLEDは、それぞれ波長が異なる第1、第2、及び、第3の発光波長を有するLEDによって形成されるグループから選択される。図2Bに示す例では、LEDは、作動時に赤(R)、青(B)、及び、緑(G)の光を放射する。各クラスタC'の中央に、上述のクラスタに関連する仮想鏡面S'がある。クラスタC'のLEDは、仮想鏡面S'に対して垂直な方向に配置される。LEDは、LEDから放射された光の発光スペクトルが仮想鏡面S'に対して鏡面对称になる方法でクラスタC'上に分布される。図2Bの例では、2個のLED16R及び16R'がクラスタC'の中央に位置する。仮想鏡面S'は、これらの2個のLED16Rと16R'との間に位置する。上述のLED16R及び16R'は、2個のLED16Bと16B'との間に配置される。後者の2個のLEDの各々には、鏡面S'から離れる方向に向くクラスタC'の側面にLED16G及び16G'が位置する。この例では、クラスタC'は、LEDのGBRRBGのシーケンスを有する。代替実施形態では、他のシーケンスが使用される。

10

#### 【0053】

図2Cは、図1に示された照明システムの更なる代替実施形態の詳細を示す側面図である。この図において、発光パネル1の光伝達エッジ区域4に付随する光源は、7個のLEDである26G'、26B、26R、26G、26R'、26B、26G'、及び、26G'、26B、26R、26G、26R'、26B'、26G'、及び、...のクラスタC'を有する。上述の7個のLEDは、それぞれ波長が異なる第1、第2、及び、第3の発光波長を有するLEDによって形成されるグループから選択される。図2Cに示す例では、LEDは、作動時に緑(G)、赤(R)、及び、青(B)の光を放射する。各クラスタC'の中央には、上述のクラスタに関連する仮想鏡面S'がある。クラスタC'のLEDは、仮想鏡面S'に対して垂直な方向に配置される。LEDは、LEDから放射された光の発光スペクトルが仮想鏡面S'に対して鏡対象になる方法でクラスタC'上に分布される。図2Cの例では、LED26GがクラスタC'の中央に位置する。仮想鏡面S'は、このLED26Rの幾何学的中心に位置する。このLED26Rは、2個のLED26Rと26R'との間に配置される。これらのLEDの各々には、鏡面S'から離れる方向に向くクラスタC'の側面にLED26B及び26B'が位置する。後者の各LEDには、鏡面S'から離れる方向に向く側面にLED26G'及び26G'が位置する。この例では、クラスタC'は、LEDのGBRRBGのシーケンスを有する。代替実施形態では、他のシーケンスが使用される。

20

30

#### 【0054】

図3Aは、本発明による照明システムの代替実施形態を含むディスプレイ装置の断面図である。照明システムは、光伝達材料の発光パネル101及び111を有する。光は、作動時に全内部反射の影響の下でパネル101及び111を通して搬送される。パネル101及び111は、前壁102及び112とこの前壁の反対側の後壁103及び113とを有する。エッジ区域104及び114と105及び115とは、前壁102及び112と後壁103及び113との間に位置する。図3に示される例において、参照番号104及び114を有するエッジ区域は光伝達性であり、少なくとも1つの光源106及び116がそれに付随する。作動中は、光源106及び116から発生した光が光伝達エッジ区域104及び114に入射し、パネル101及び111に拡散する。

40

#### 【0055】

上述の代替実施形態に従うと、照明システムは、第1の発光パネル101と第2の発光パネル111とを有し、これらのパネル101及び111は、少なくとも互いに実質的に平行になるように一列に配置される(図3Bも参照)。作動時に、発光パネル101及び111は、例えば液晶ディスプレイ(LCD)装置125であるディスプレイ装置の方向に光を放射する。この目的のために、各発光パネル101及び111の後壁103及び113には、光を発光パネル101及び111の外に結合する手段(図3Aには示されていない)が設けられる。

#### 【0056】

50

第1の発光パネルから発生する光は、ディスプレイ装置に到達するために、第2の発光パネルを通して伝播することに注意すべきである。第2の、必要があれば第3の発光パネルの透過は、ディスプレイ装置の位置での光の混合に影響する。好ましくは、光を結合する手段は、発光パネル内の散漫に伝達可能な結合部材を含み、その結合部材は、例えば関連する発光パネルの後壁の表面を粗くすることによって準備される。更に、好ましくは、発光パネル上の上述の結合部材の分布の変化は、反対方向に向けられる。換言すれば、関連する発光パネルの外に光が結合される程度を判断するための結合係数は、第1の発光パネルでは特定の方向に高くなり、第2の発光パネルではその同じ方向に低くなる。

#### 【0057】

光がディスプレイ装置の位置において十分に混合される（光の目標とする色温度及び色表現を設定するように）のを確実にするために、好ましくは、発光パネル内の結合部材の分布の勾配が合わせられる。一般に、第2の発光パネルの結合部材は、第1の発光パネルから発生する光の通過に影響を及ぼし、すなわち、それを減衰することになる。これは、適切な方法、例えば第1の発光パネルの結合部材の分布及び／又は密度を適合させることにより、第1の発光パネルの外に結合された光に影響を与えるか又は増加することによって補償することができる。一般に、反復処理を使用して、発光パネルによる光伝達の調節が改善されることになる。

#### 【0058】

ディスプレイ装置125に最も近い111で参照される発光パネルは、ディスプレイ装置125から離れる方向に向く発光パネル111の側面に位置する101で参照される発光パネルから発生する光の通過を可能にする。図3Aに示す例において、光伝達エッジ区域104及び114は、第1及び第2の光伝達パネル101及び111の反対側面上に位置する。このようにして、勾配が同じ（しかし、逆の）方向に延びるために、発光パネル101及び111の外に光を結合する手段の分布の勾配から発生する光のあらゆる影響が補償される。

光源106及び116は、複数の発光ダイオード（LED）を含む（図3Bも参照）。

#### 【0059】

図3Aは、発光パネル101及び111から発生する光の混合を更にもたすオプションの（偏光）拡散器121と反射拡散器122とを示す。図3Aはまた、参照番号125を有するディスプレイ装置、好ましくはLCDパネルを非常に図式的に示す。パネル101及び111、光源106及び116、拡散器121、ディスプレイ装置125、及び、ハウジング128のアセンブリは、例えば（ビデオ）画像を表示するディスプレイ装置を形成する。

#### 【0060】

図3Aにおいて、各発光パネル101及び111には、更に作動時に光源106及び116によって放射された光の光学特性を計測するセンサ110及び120が設けられる。このセンサ110及び120は、光源106及び116の光束を適切に適合させるために制御電子装置（図3Aには示されていない）に結合される。センサ110及び120と制御電子装置とにより、発光パネル101及び111の外に結合された光の質及び量に影響を与えるのに使用されるフィードバック機構を形成することができる。

図3Aに示された例では、LEDは、光伝達エッジ区域104及び114と接触する。101'及び111'で参照される発光パネル101及び111の第1の部分は、LEDから発生する光を混合するために使用される。照明システムの代替実施形態では、光は、好ましくは空気が充填された別の光混合チャンバで混合される。

#### 【0061】

図3Bは、図3Aに示された照明システムの実施形態の詳細を示す非常に図式的な透視図である。LEDの対称クラスタ106G、106G'、106G''、...と、116B、116R、116B'とは、光伝達エッジ区域104及び114を通してパネル101及び111の中に光を結合する。

図3Bに示される例では、第1の発光波長を有するLED、すなわち緑色LED106G

10

20

30

40

50

、106G'、及び、106G''は、第1の光伝達パネル101に付随する。第1の光伝達パネル101に付随するLEDの波長とは異なる発光波長を有するLED、すなわち青色及び赤色LED116B、116R、及び、116B'は、第2の光伝達パネル111に付随する。光が発光パネル101及び111によって適切に混合される場合は、ディスプレイ装置25が白色光で照明されることが達成される。LEDを適切に作動させることにより、ディスプレイ装置125上に入射する光の光レベル及び／又は色温度を調節することができる。

#### 【0062】

図4Aは、図3Aに示された照明システムの実施形態の詳細を示す側面図である。この図において、第2の発光パネル111の光伝達エッジ区域114に付随する光源は、3個のLED116B、116R、116B'、及び、116B、116R、116B'、...のクラスタC<sub>2</sub>を有する。これらの3個のLEDは、発光波長が互いに異なり、また、第1の発光パネル101の光伝達エッジ区域104に付随するLEDの発光波長とも異なる、第2及び第3の発光波長を有するLEDによって形成されるグループから選択される。図4Aの例において、第2の発光パネル111の光伝達エッジ区域114に付随するLEDは、作動時に赤(R)及び青(B)の光を放射する。各クラスタC<sub>2</sub>の中央には、このクラスタに関連する仮想鏡面S<sub>2</sub>がある。クラスタC<sub>2</sub>のLEDは、仮想鏡面S<sub>2</sub>に対して垂直な方向に配置される。これらのLEDは、LEDによって放射された光の発光スペクトルが仮想鏡面S<sub>2</sub>に対して鏡対象になる方法で、クラスタC<sub>2</sub>上に配置される。図4Aの例において、1個のLED116Gは、クラスタC<sub>2</sub>の中央に位置する。仮想鏡面S<sub>2</sub>は、このLED116Gの幾何学的中心に位置する。このLED116Gは、2個のLED116Bと116B'との間に配置される。この例において、クラスタC<sub>2</sub>は、BRBのLEDシーケンスを有する。代替実施形態では、異なるシーケンスが使用される。

#### 【0063】

図4Bは、図3Aに示された照明システムの代替実施形態の詳細を示す側面図である。この図において、第2の発光パネル111の光伝達エッジ区域114に付随する光源は、4個のLED126B、126R、126R'、126B'、及び、126B、126R、126R'、126B'、...のクラスタC'<sub>2</sub>を有する。これらの4個のLEDは、発光波長が互いに異なり、また、第1の発光パネル101の光伝達エッジ区域104に付随するLEDの発光波長とも異なる、第2及び第3の発光波長を有するLEDによって形成されるグループから選択される。図4Bの例において、第2の発光パネル111の光伝達エッジ区域114に付随するLEDは、作動時に赤(R)及び青(B)の光を放射する。各クラスタC'<sub>2</sub>の中央には、このクラスタに関連する仮想鏡面S'<sub>2</sub>がある。クラスタC'<sub>2</sub>のLEDは、仮想鏡面S'<sub>2</sub>に対して垂直な方向に配置される。これらのLEDは、LEDによって放射された光の発光スペクトルが仮想鏡面S'<sub>2</sub>に対して鏡対象になる方法で、クラスタC'<sub>2</sub>上に配置される。図4Bの例において、2個のLED126R及び126R'は、クラスタC'<sub>2</sub>の中央に位置する。仮想鏡面S'<sub>2</sub>は、これらのLED126R及び126R'の間に位置する。これらのLED126R及び126R'は、2個のLED126B及び126B'の間に配置される。この例において、クラスタC'<sub>2</sub>は、BRRBのLEDシーケンスを有する。代替実施形態では、他のシーケンスが使用される。

#### 【0064】

図4Cは、図3Aに示された照明システムの実施形態の詳細を示す側面図である。この図において、第2の発光パネル111の光伝達エッジ区域114に付随する光源は、5個のLED136B'、136R、136B、136R'、136B''、及び、136B'、136R、136B、136R'、116B''、...のクラスタC''<sub>2</sub>を有する。これらの5個のLEDは、発光波長が互いに異なり、また、第1の発光パネル101の光伝達エッジ区域104に付随するLEDの発光波長とも異なる、第2及び第3の発光波長を有するLEDによって形成されるグループから選択される。図4Cの例において、第

10

20

30

40

50

2の発光パネル111の光伝達エッジ区域114に付随するLEDは、作動時に赤(R)及び青(B)の光を放射する。各クラスタ $C_2'$ の中央には、そのクラスタに関連する仮想鏡面 $S_2'$ がある。クラスタ $C_2'$ のLEDは、仮想鏡面 $S_2'$ に対して垂直な方向に配置される。これらのLEDは、LEDによって放射された光の発光スペクトルが仮想鏡面 $S_2'$ に対して鏡対象になる方法で、クラスタ $C_2'$ 上に配置される。図4Cの例において、1個のLED136Bは、クラスタ $C_2'$ の中央に位置する。仮想鏡面 $S_2'$ は、このLED136Bの幾何学的中心に位置する。このLED136Bは、2個のLED136R及び136R'の間に配置される。これらのLEDの各々には、鏡面 $S'$ から離れる方向に向くクラスタ $C'$ の側面にLED136B'及び136B''が位置する。この例において、クラスタ $C_2'$ は、BRBRBのLEDシーケンスを有する。代替実施形態では、他のシーケンス、例えば連続するRBBBBRのLEDを有する5個のLEDのクラスタが使用される。

#### 【0065】

図4Dは、図3Aに示された照明システムの実施形態の詳細を示す側面図である。この図において、第2の発光パネル111の光伝達エッジ区域114に付随する光源は、5個のLED146B'、146B、146R、146B'、146B'、及び、146B'、146B、146R、146B'、146B'、...のクラスタ $C_2'$ を有する。これらの5個のLEDは、発光波長が互いに異なり、また、第1の発光パネル101の光伝達エッジ区域104に付随するLEDの発光波長とも異なる、第2及び第3の発光波長を有するLEDによって形成されるグループから選択される。図4Dの例において、第2の発光パネル111の光伝達エッジ区域114に付随するLEDは、作動時に赤(R)及び青(B)の光を放射する。各クラスタ $C_2'$ の中央には、そのクラスタに関連する仮想鏡面 $S_2'$ がある。クラスタ $C_2'$ のLEDは、仮想鏡面 $S_2'$ に対して垂直な方向に配置される。これらのLEDは、LEDによって放射された光の発光スペクトルが仮想鏡面 $S_2'$ に対して鏡対象になる方法で、クラスタ $C_2'$ 上に配置される。図4Dの例において、1個のLED146Rは、クラスタ $C_2'$ の中央に位置する。仮想鏡面 $S_2'$ は、このLED146Rの幾何学的中心に位置する。このLED146Rは、2個のLED146B及び146B'の間に配置される。これらのLEDの各々には、鏡面 $S_2'$ から離れる方向に向くクラスタ $C_2'$ の側面にLED146B'及び146B''が位置する。この例において、クラスタ $C_2'$ は、BBRBBのLEDシーケンスを有する。代替実施形態では、他のシーケンスが使用される。

#### 【0066】

図3Aに示されるように、2つの発光パネル101及び111を有する照明システムの実施形態において、光を結合する手段は代替的に結合部材とも呼ばれ、後壁103（又は、前壁102）の表面区域を通して設けられると想定される（LEDから発生する光を混合するために使用される、発光パネル101及び111の101'及び111'で参照される第1の部分を除く）。照明システムの代替実施形態においては、各発光パネルの後壁の一部分だけに結合手段が設けられる。結合部材を有しない発光パネルの部分は、従って、光が均一かつ均質に結合されるのを確実にする追加の光混合チャンバとしての役目をする。一例として、そのような実施形態では、各発光パネルの後壁の下位表面だけに光をパネルの外に結合する手段が設けられ、これらの下位表面の各々は、作動時に光を結合し、その光をディスプレイ装置の一部分の上に、ディスプレイ装置上の光の投影が少なくとも連続的であるような方法で投影する。この実施形態では、第1及び第2の発光パネルには、両方とも3つの発光波長全てのLEDの対称クラスタが設けられる。換言すれば、図2A～図2Dに示されたLED及びそれに関連して説明された代替実施形態は、光が下位表面を通じて結合される各発光パネルの各々に関連付けられる。

照明システムが2つの発光パネルを有する、前の段落に説明された照明システムの代替実施形態では、上述の下位表面が各発光パネルの後壁のかなりの部分に亘って延び、光を結合する手段は、光が結合される程度が光伝達エッジ区域までの距離の関数として変化する

10

20

30

40

50

ように配置される。

【0067】

図5Aは、図1に示された照明システムの更なる代替実施形態の詳細を示す側面図である。この図において、発光パネル1の光伝達エッジ区域4に付随する光源は、3個のLEDのクラスタC<sub>3</sub>を有し、すなわち、第1の発光波長を有する1個のLED206Rには、第2及び第3の発光波長の組合せを有する2個のLED206GB及び206GB'が側面を固めている。図5Aに示された例において、第1の発光波長を有するLEDは、作動時に赤(R)の光を放射し、第2及び第3の発光波長の組合せを有するLEDは、作動時に緑(G)及び青(B)の光を放射する。各クラスタC<sub>3</sub>の中央には、そのクラスタに関連する仮想鏡面S<sub>3</sub>がある。クラスタC<sub>3</sub>のLEDは、仮想鏡面S<sub>3</sub>に対して垂直な方向に配置される。これらのLEDは、LEDによって放射された光の発光スペクトルが仮想鏡面S<sub>3</sub>に対して鏡面对象になる方法で、クラスタC<sub>3</sub>上に配置される。図5Aの実施形態において、仮想鏡面S<sub>3</sub>は、LED206Rの幾何学的中心に位置する。代替実施形態では、他のシーケンスが使用される。

10

【0068】

図5Bは、図1に示された照明システムの更なる代替実施形態の詳細を示す側面図である。この図において、発光パネル1の光伝達エッジ区域4に付随する光源は、4個のLEDのクラスタC<sub>3</sub>'を有し、すなわち、第2及び第3の発光波長の組合せを有する2個のLED216GB及び216GB'には、第1の発光波長を有する2個のLED216R及び216R'が側面を固めている。図5Bに示された例において、第2及び第3の発光波長の組合せを有するLEDは、作動時に緑(G)及び青(B)の光を放射し、第1の発光波長を有するLEDは、作動時に赤(R)の光を放射する。各クラスタC<sub>3</sub>'の中央には、そのクラスタに関連する仮想鏡面S<sub>3</sub>'がある。クラスタC<sub>3</sub>'のLEDは、仮想鏡面S<sub>3</sub>'に対して垂直な方向に配置される。これらのLEDは、LEDによって放射された光の発光スペクトルが仮想鏡面S<sub>3</sub>'に対して鏡面对象になる方法で、クラスタC<sub>3</sub>'上に配置される。図5Bに示す例において、仮想鏡面S<sub>3</sub>'は、2個のLED216GB及び216GB'の間に位置する。代替実施形態では、他のシーケンスが使用される。

20

【0069】

図5Cは、図1に示された照明システムの更なる代替実施形態の詳細を示す側面図である。この図において、発光パネル1の光伝達エッジ区域4に付随する光源は、5個のLEDのクラスタC<sub>3</sub>''を有し、すなわち、2個のLED226R及び226R'は第1の発光波長を有し、3個のLED226GB'、226GB、及び、226GB''は、第2及び第3の発光波長の組合せを有する。図5Cに示す例において、第1の発光波長を有するLEDは、作動時に赤(R)の光を放射し、第2及び第3の発光波長の組合せを有するLEDは、作動時に緑(G)及び青(B)の光を放射する。各クラスタC<sub>3</sub>''の中央には、そのクラスタに関連する仮想鏡面S<sub>3</sub>''がある。クラスタC<sub>3</sub>''のLEDは、仮想鏡面S<sub>3</sub>''に対して垂直な方向に配置される。これらのLEDは、LEDによって放射された光の発光スペクトルが仮想鏡面S<sub>3</sub>''に対して鏡面对象になる方法で、クラスタC<sub>3</sub>''上に配置される。図5Cの例において、仮想鏡面S<sub>3</sub>''は、LED226GBの幾何学的中心に位置する。このLED226GBは、2個のLED226R及び226R'の間に配置される。これら2個のLEDの各々には、鏡面S<sub>3</sub>''から離れる方向に向くクラスタC<sub>3</sub>''の側面にLED226GB'及び226GB''が位置する。代替実施形態では、他のシーケンスが使用される。

30

40

【0070】

照明システムの種々の実施形態で使用されるLEDは、好ましくは、各々が少なくとも5ルーメンの光束を有するLEDである。そのような高出力を有するLEDは、代替的にLEDパワーパッケージとも呼ばれる。パワーLEDの例には、「Luxeon(登録商標)」型LED(Lumiled)があり、赤色LEDに対してLED当たりの光束35ルーメン、緑色LEDに対して20ルーメン、青色LEDに対して8ルーメン、及び、琥珀色LEDに対して40ルーメンを有する。

50

## 【0071】

代替実施形態において、黄色、琥珀色、シアン、マゼンタ、及び／又は、紫色LEDもまた使用することができ、それらは、比較的高い光出力を有する（2つのスペクトル発光波長が使用されるかどうかに関わらず）。

更なる代替実施形態では、赤色LEDを青色LEDと組み合わせて使用することもでき、それらには蛍光体がもたらされ、後者が2つのスペクトル帯域、すなわち青色帯域及び緑色帯域で発光することを可能にする。

## 【0072】

好ましくは、LEDは、（金属コア）プリント基板に装着される。パワーLEDがそのような（金属コア）プリント基板（PCB）に装着される場合、LEDから発生する熱は、PCBを通じての熱伝導により容易に消散させることができる。照明システムの興味深い実施形態では、（金属コア）プリント基板が熱伝導接続を通じてディスプレイ装置のハウジングと接触する。

上述の実施形態に使用されたLEDは、理解しやすいようにそれぞれが単一チップのパッケージLEDとして示された。代替実施形態では、LEDのクラスタがマルチチップ・パッケージとして形成され、それぞれが第1、第2、及び、第3の発光波長の発光ダイオードを包含し、仮想鏡面に関して鏡面对称を有する。

## 【0073】

当業者には本発明の範囲内で多くの変形が可能であることは明白である。

本発明の保護の範囲は、上述の例に限定されるものではない。本発明は、新奇な各特性及び特性の各組合せにおいて具体化される。特許請求の範囲の参照番号は、その保護の範囲を限定するものではない。動詞「含む、有する」とその活用形の使用は、特許請求の範囲で言及されるもの以外の要素の存在を除外するものではない。また、要素の前に付けられた不定冠詞「a」又は「an」の使用は、そのような要素の複数の存在を除外するものではない。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

本発明による照明システムの実施形態を含むディスプレイ装置の断面図である。

## 【図2A】

図1に示された照明システムの実施形態の詳細を示す側面図である。

## 【図2B】

図1に示された照明システムの代替実施形態の詳細を示す側面図である。

## 【図2C】

図1に示された照明システムの更なる代替実施形態の詳細を示す側面図である。

## 【図3A】

本発明による照明システムの代替実施形態を含むディスプレイ装置の断面図である。

## 【図3B】

図3Aに示された照明システムの実施形態の詳細を示す透視図である。

## 【図4A】

図3Aに示された照明システムの実施形態の詳細を示す側面図である。

## 【図4B】

図3Aに示された照明システムの代替実施形態の詳細を示す側面図である。

## 【図4C】

図3Aに示された照明システムの更なる代替実施形態の詳細を示す側面図である。

## 【図4D】

図3Aに示された照明システムの更なる代替実施形態の詳細を示す側面図である。

## 【図5A】

図1に示された照明システムの更なる代替実施形態の詳細を示す側面図である。

## 【図5B】

図1に示された照明システムの更なる代替実施形態の詳細を示す側面図である。

10

20

30

40

50

## 【図 5 C】

図 1 に示された照明システムの更なる代替実施形態の詳細を示す側面図である。

## 【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization  
International Bureau(43) International Publication Date  
14 November 2002 (14.11.2002)

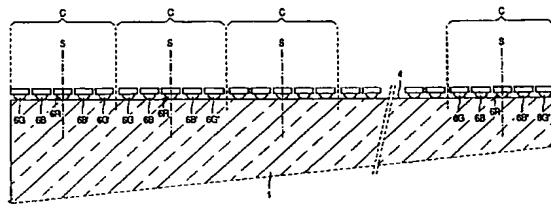
PCT

(10) International Publication Number  
WO 02/090826 A1

- (51) International Patent Classification: F21V 8/00 (74) Agent: DUSSELDORF, Jan, C.; International Octrooibureau B.V., Prof. Holskman 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL).
- (21) International Application Number: PCT/NL02/01544
- (22) International Filing Date: 26 April 2002 (26.04.2002) (81) Designated States (national): CN, JP, KR.
- (25) Filing Language: English (84) Designated States (regional): European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IR, IT, LI, MC, NL, PT, SE, TR).
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 01201667.1 8 May 2001 (08.05.2001) EP Published: — with international search report
- (71) Applicant: LUMILEDS LIGHTING THE NETHERLANDS B.V. (NL/NL); De Rijn 2, NL-5684 PJ Best (NL).
- (72) Inventors: HOELEN, Christoph, G., A.; Prof. Holskman 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL); HARBERS, Gerard; Prof. Holskman 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL).

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: ILLUMINATION SYSTEM AND DISPLAY DEVICE



(57) Abstract: A backlight system for illuminating a display device comprises a light-emitting panel (1) having a front wall, an opposing rear wall and edge areas (4). At least one of the edge areas (4) is light-transmitting and associated with a light source. The light source associated with the light-transmitting edge areas (4) of the light-emitting panel (1) comprises symmetric clusters (C) of light-emitting diodes having three mutually different light emission wavelengths, for example symmetric clusters (C) of blue, green and red LEDs (6G, 6B, 6R, 6G', 6G'', 6B, 6B', 6B'', 6G', 6G'', ...).

WO 02/090826 A1



WO 02/090826

PCT/IB02/01544

1

Illumination system and display device

The invention relates to an illumination system for illuminating a display device, which illumination system is provided with a light-emitting panel comprising

- a front wall, a rear wall situated opposite said front wall, and edge areas between the front wall and the rear wall,

- 5 - at least one of the edge areas of the panel being light-transmitting,
- at least one light source being associated with the light-transmitting edge area,
- and
- in operation, light originating from the light source being incident on the light-transmitting edge area and spreading in the panel.

- 10 The invention also relates to a display device comprising said illumination system.

Such illumination systems are known per se and are alternatively referred to as edge lighting systems. They are used, inter alia, as a backlighting of (image) display devices, for example for television receivers and monitors. Such illumination systems can particularly

15 suitably be used as backlights for non-emissive displays, such as liquid crystal display devices, also referred to as LCD panels, which are used in (portable) computers or (cordless) telephones.

Said display devices generally include a substrate provided with a regular pattern of pixels, which are each driven by at least one electrode. In order to reproduce an

20 image or a datagraphic representation in a relevant area of a (display) screen of the (image) display device, the display device uses a control circuit. In an LCD device, the light originating from the backlight is modulated by means of a switch or a modulator, while applying various types of liquid crystal effects. In addition, the display may be based on electrophoretic or electromechanical effects.

25 In the illumination systems mentioned in the opening paragraph, customarily a tubular low-pressure mercury vapor discharge lamp, for example one or more cold cathode fluorescent lamps (CCFL) are used as the light source, the light which is emitted, in operation, by the light source being coupled into the light-emitting panel which serves as an optical waveguide. This optical waveguide generally forms a comparatively thin and flat

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

2

panel which is made, for example, of a synthetic resin material or glass, light being transported through the optical waveguide under the influence of (total) internal reflection.

Such an illumination system may also be provided with an alternative light source in the form of a plurality of optoelectronic elements, also referred to as electro-optic elements, such as electroluminescent elements, for example light-emitting diodes (LEDs). These light sources are generally provided in the proximity of, or are contiguous with, a light-transmitting edge area of the light-emitting panel, so that, in operation, light originating from the light source is incident on the light-transmitting edge area and spreads in the panel.

10

WO-A 99 53 236 discloses an illumination system which causes an LCD panel to be illuminated at different types of ambient light. For the light source use is made of incandescent lamps which couple light into a light-emitting panel, also referred to as light pipe. In the light-emitting panel, multiple reflections of light bring about a light distribution to illuminate the LCD panel.

15

An illumination system of the above-mentioned type has the disadvantage that the light distribution in the light-emitting panel, particularly at the edges of the light-emitting panel, is insufficiently uniform. As a result, the illumination uniformity of the display device is insufficient.

20

It is an object of the invention to completely or partly overcome the above-mentioned drawback.

25

In accordance with the invention, this object is achieved in that

- the light source associated with the light-transmitting edge area of the light-emitting panel comprises clusters of at least three light-emitting diodes having a first, a second and a third light emission wavelength, which light emission wavelengths are different,
- an imaginary mirror surface, which relates to the cluster, being situated in the center of each cluster,
- the light-emitting diodes in the cluster being arranged in a direction perpendicular to the imaginary mirror surface, and
- the light-emitting diodes being distributed over the cluster in such a manner that the spectral emissions of the light emitted by the light-emitting diodes are mirror symmetrical with respect to the imaginary mirror surface.

30

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

3

The LEDs of different colors cause undesirable color effects near the edges of the light-emitting panel. In such illumination systems, generally, clusters of LEDs are applied in the ratio R (red) : G (green) : B (blue) = 1:1:1 or R:G:B = 1:2:1, dependent upon the relative luminous flux emitted, in operation, by the LEDs. The use of a larger number of LEDs per cluster is possible, however, this has the disadvantage that homogeneously mixing the colors becomes gradually more difficult. In the case of a linear array of said LEDs, the pitch between the clusters of LEDs has a strong influence on the amount of space that is necessary before the light is sufficiently mixed to achieve the desired color uniformity. Given the above-mentioned known R:G:B ratios, the length necessary to sufficiently mix the light amounts to three to four times the pitch between the clusters of LEDs.

However, at said known ratios R:G:B = 1:1:1 or 1:2:1, angular effects occur at the edges of the light-emitting panel. Particularly, undesirable color effects occur near the edges of the light-emitting panel, and the color point depends on the position on the light-emitting panel. The radiation pattern of the LEDs influences said angular effects.

The inventors have recognized that these angular effects are reduced substantially if the clusters of LEDs used are symmetrical as regards their light emission wavelength. The edge areas of the light-emitting panel, which extend transversely to the light-transmitting edge area, act as a (specular and/or diffuse) mirror for the light emitted by the LEDs. If the LEDs are arranged in the clusters in such a manner that they are symmetrical in terms of light emission wavelength, then the mirror effect of the edge areas of the light-emitting panel, which edge areas extend transversely to the light-transmitting edge area, is reduced substantially.

Arranging the LEDs in a cluster in such a manner that they are symmetrical in terms of light emission wavelength, implies that LEDs of the same light emission wavelength are situated on both sides of the imaginary mirror surface. If there is an odd number of LEDs per cluster, then the imaginary mirror surface intersects the middle LED in the cluster.

By virtue of the measure in accordance with the invention, the uniformity of the distribution of the light emitted by the illumination system is improved. As a result, a more uniform illumination of the (image) display device is obtained.

Preferably, the light source comprises symmetric clusters of blue, green and red light-emitting diodes. Blue, green and red are the primary colors used in (image) display devices. Preferably, LEDs are used having a high light output and a comparatively broad radiation pattern. Furthermore, in order to improve the mixing of light, preferably LEDs emitting light in pronounced lobes are used.

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

4

Preferably, each one of the light-emitting diodes has a luminous flux of at least 5 lm. LEDs having such a high output are alternatively referred to as LED power packages.

The smaller the number of LEDs per cluster, the more compact the illumination system can be designed.

- 5 A preferred embodiment of the illumination system is characterized in that
- each one of the clusters comprises five light-emitting diodes,
  - one light-emitting diode having the first light emission wavelength being situated in the center of the cluster,
  - said light-emitting diode being arranged between two light-emitting diodes
- 10 having the second light emission wavelength, and
- each of said two light-emitting diodes being flanked, on the side facing away from the center of the cluster, by a light-emitting diode having the third light emission wavelength.

- It is particularly preferred to employ an illumination system comprising five
- 15 LEDs per cluster, wherein the ratio R:G:B = 1:2:2, R:G:B = 2:1:2 or R:G:B = 2:2:1. By way of example, the clusters mentioned herein comprise, successively, GBRBG, RGBGR or RBGGR LEDs. Clusters having such R:G:B ratios are favorable because the number of LEDs per cluster is comparatively small and variations in the output of the LED can be readily compensated for. This has the additional advantage that a slightly larger distance between the
- 20 LEDs can be chosen.

- An alternative embodiment of the illumination system is characterized in that
- each one of the clusters comprises six light-emitting diodes,
  - two light-emitting diodes having the first light emission wavelength being situated in the center of the cluster,
- 25 - said two light-emitting diodes being arranged between two light-emitting diodes having the second light emission wavelength, and
- the latter two light-emitting diodes each being flanked, on the side facing away from the center of the cluster, by a light-emitting diode having the third light emission wavelength.

- 30 It is particularly preferred to employ an illumination system comprising six LEDs per cluster, wherein the ratio R:G:B is 2:2:2, for example clusters comprising successively GBRRBG, RGBBGR or BRGGRB LEDs.

A further alternative embodiment of the illumination system is characterized in that

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

5

- each one of the clusters comprises seven light-emitting diodes,
- one light-emitting diode having the first light emission wavelength being situated in the center of the cluster,
- said light-emitting diode being arranged between two light-emitting diodes having the second light emission wavelength,
- said two light-emitting diodes each being flanked, on the side facing away from the center of the cluster, by a light-emitting diode having the third light emission wavelength, and
- the latter light-emitting diodes each being flanked, on the side facing away from the center of the cluster, by a light-emitting diode having the first light emission wavelength.

It is particularly preferred to employ an illumination system comprising seven LEDs per cluster, wherein the ratio R:G:B = 2:2:3, R:G:B = 2:3:2 or R:G:B = 3:2:2. By way of example, the clusters mentioned here successively comprise GBRGRBG, RGBRBGR or BGRBRGB LEDs.

If a still larger number of LEDs per cluster is chosen, it is possible that a periodic pattern of colors forms at the edge of the illumination system as a result of the fact that the colors do not mix very well. Such periodicity generally corresponds to the pitch between the clusters.

In general, each cluster comprises an integral number of LEDs. In general, if each cluster comprises an even number of LEDs, the imaginary mirror surface is situated between two LEDs. Conversely, if each cluster comprises an odd number of LEDs, the imaginary mirror surface is situated, in general, in the center of one LED, i.e. the imaginary mirror surface "intersects" the middle LED of the cluster. Correspondingly, it can be imagined that an imaginary interface extends between two clusters of LEDs. In general, such an imaginary interface extends between two LEDs, one of said LEDs forming part of one cluster and the other LED forming part of the other, neighboring cluster. In an alternative embodiment of the illumination system, the imaginary interface between two clusters of LEDs is situated in the middle of one LED, i.e. the imaginary interface of two clusters intersects said LED. Consequently, one half of said LED forms part of one cluster of LEDs and the other half of said LED forms part of the other, neighboring cluster of LEDs. As one LED is shared by two clusters, the number of LEDs can be reduced while the symmetry of the clusters is preserved.

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

6

An important aspect in the case of clusters of LEDs which share a LED at their interface is that the LED situated at the edge of the light-emitting panel only half contributes to the generation of light in the light-emitting panel. This can be attributed to the fact that, in principle, only one half of this LED forms part of its cluster, but said LED is not shared with another cluster, as in the case of the other clusters. This 50% contribution to the light generation in the light-emitting panel is achieved in a simple manner by screening one half of the LED situated at the edge of the light-emitting panel, or by supplying such a current to this LED that the light output of said LED is only 50% of the normal light output.

Thus, a preferred embodiment of the illumination system is characterized in that each of the clusters comprises four light-emitting diodes, and two neighboring clusters of LEDs share one LED, one light-emitting diode having the first light emission wavelength being situated in the middle of the cluster, said light-emitting diode being arranged between two light-emitting diodes having the second light emission wavelength, and said light-emitting diodes each being flanked, on the side facing away from the middle of the cluster, by a light-emitting diode having the third light emission wavelength, one half of the light-emitting diode having the third light emission wavelength forming part of the neighboring cluster of LEDs.

It is particularly preferred to employ an illumination system comprising four LEDs per cluster, wherein the ratio R:G:B = 1:1:2, R:G:B = 1:2:1 or R:G:B = 2:1:1. By way of example, the clusters mentioned here successively comprise GBRBG, GRBRG, RGBGR, RBGGR, BGRBG or BRGRB LEDs. In all these examples, the first-mentioned and the last-mentioned LED form part of the neighboring cluster, the LEDs situated nearest to the edge of the light-emitting panel only half contributing to the relevant cluster in the manner described hereinabove. Clusters with such R:G:B ratios are favorable because the number of LEDs per cluster is comparatively small and variations in the output of the LED can be readily compensated for. This has the additional advantage that a slightly larger distance between the LEDs can be chosen.

Correspondingly, an alternative embodiment of the illumination system is characterized in that each of the clusters comprises five light-emitting diodes, and two neighboring clusters of LEDs share one LED, two light-emitting diodes having the first light emission wavelength being situated in the middle of the cluster, said light-emitting diodes being arranged between two light-emitting diodes having the second light emission wavelength, and the latter light-emitting diodes each being flanked, on the side facing away from the middle of the cluster, by a light-emitting diode having the third light emission

WO 02/090326

PCT/IB02/01544

7

wavelength, one half of the light-emitting diode having the third light emission wavelength forming part of the neighboring cluster of LEDs.

It is particularly preferred to employ an illumination system comprising five LEDs per cluster, wherein the ratio R:G:B = 1:2:2, R:G:B = 2:2:1 or R:G:B = 2:1:2. By way of example, the clusters mentioned here successively comprise RBGGBR, GRBBRG or BGRRGB LEDs. In all these examples, the first-mentioned and the last-mentioned LED form part of the neighboring cluster, the LEDs situated closest to the edge of the light-emitting panel only half contributing to the relevant cluster in the manner described hereinabove.

Correspondingly, a further alternative embodiment of the illumination system comprises six LEDs per cluster, the ratios of the LEDs being R:G:B = 1:2:3, R:G:B = 2:3:1 or R:G:B = 3:2:1, or the ratio of the LEDs being R:G:B = 1:1:4, R:G:B = 1:4:1 or R:G:B = 4:1:1. By way of example of the former ratio, the clusters mentioned here successively comprise RGBGBR or RBGGGBR LEDs. By way of example of the latter ratio, the clusters mentioned here successively comprise RGGGBGR LEDs. In all these examples, the first and the last LED form part of the neighboring cluster, the LEDs situated closest to the edge of the light-emitting panel only half contributing to the relevant cluster in the manner described hereinabove.

In an interesting, alternative embodiment of the illumination system, use is made of LEDs having a combination of two light emission wavelengths. This is achieved, for example, by partly providing the blue LEDs with a green phosphor, or by partly providing green LEDs with a red phosphor, or by partly providing blue LEDs with a red phosphor. In this manner, the symmetric clusters of LEDs can be formed using fewer LEDs.

To achieve this, an embodiment of the illumination system is characterized in that

- 25 - the light source associated with the light-transmitting edge area of the light-emitting panel comprises clusters of at least one light-emitting diode having a first light emission wavelength and at least one light-emitting diode having a combination of a second and a third light emission wavelength, which light emission wavelengths are different,
- an imaginary mirror surface that relates to the cluster being situated in the middle of each cluster,
- 30 - the light-emitting diodes in the cluster being arranged in a direction perpendicular to the imaginary mirror surface, and

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

8

- the light-emitting diodes being distributed over the cluster in such a manner that the spectral emissions of the light emitted by the light-emitting diodes are mirror symmetrical with respect to the imaginary mirror surface.

5 In said embodiment of the illumination system, preferably, each one of the clusters comprises three light-emitting diodes,

- one light-emitting diode having the first light emission wavelength being situated in the middle of the cluster,

- said light-emitting diode being arranged between two light-emitting diodes having the combination of the second and the third light emission wavelength.

10 In an alternative embodiment, one light-emitting diode having the second and the third light emission wavelength is situated in the middle of the cluster and is flanked, on each side, by a light-emitting diode having the first light emission wavelength.

Using three LEDs per cluster, a particularly compact illumination system having symmetric clusters of LEDs is obtained.

15 In said embodiment of the illumination system, preferably, each one of the clusters comprises four light-emitting diodes,

- two light-emitting diodes having the combination of the first and the second light emission wavelength being situated in the middle of the cluster,

20 - said light-emitting diodes being arranged between two light-emitting diodes having the first light emission wavelength.

In an alternative embodiment, two light-emitting diodes having the third light emission wavelength are situated in the middle of the cluster and are flanked, on each side, by a light-emitting diode having the combination of the first and the second light emission wavelength.

25 Using four LEDs per cluster, a very compact illumination system having symmetric clusters of LEDs is obtained.

In said embodiment of the illumination system, preferably, each one of the clusters comprises five light-emitting diodes,

30 - one light-emitting diode having the combination of the first and the second light emission wavelength being situated in the middle of the cluster,

- said light-emitting diode being arranged between two light-emitting diodes having the third light emission wavelength, and



WO 02/090826

PCT/IB02/01544

9

- said two light-emitting diodes each being flanked, on the side facing away from the middle of the cluster, by a light-emitting diode having the combination of the first and the second light emission wavelength.

5 In an alternative embodiment, a light-emitting diode having the third light emission wavelength is arranged in the middle of the cluster between two light-emitting diodes having the combination of the first and the second light emission wavelength, said two light-emitting diodes each being flanked, on the side facing away from the middle of the cluster, by a light-emitting diode having the first light emission wavelength.

10 Using five LEDs per cluster, a compact illumination system having symmetric clusters of LEDs is obtained.

In the above-mentioned, alternative embodiment of the illumination system, wherein the imaginary interface between two clusters of LEDs is situated in the middle of one LED, it is possible to further reduce the number of LEDs per cluster.

15 Thus, a preferred embodiment of the illumination system is characterized in that each of the clusters comprises two light-emitting diodes, and two neighboring clusters of LEDs share one LED, one light-emitting diode having the first light emission wavelength being situated in the middle of the cluster, said light-emitting diode being arranged between two light-emitting diodes having the combination of the second and the third light emission wavelength, one half of the light-emitting diode having the combination of the second and the third light emission wavelength forming part of the neighboring cluster of LEDs. In the opposite case, one light-emitting diode having the combination of the second and the third light emission wavelength is situated in the middle of the cluster, said light-emitting diode being arranged between two light-emitting diodes having the first light emission wavelength. In the latter case, (one half of) the light-emitting diodes having the first light emission  
20 wavelength form part of the neighboring clusters.

25 Correspondingly, an alternative embodiment of the illumination system is characterized in that each one of the clusters comprises three light-emitting diodes, and two neighboring clusters of LEDs share one LED, two light-emitting diodes having the first light emission wavelength being situated in the middle of the cluster, said two light-emitting diodes being arranged between two light-emitting diodes having the combination of the second and the third light emission wavelength, one half of the light-emitting diode having the combination of the second and the third light emission wavelength forming part of the neighboring cluster of LEDs. In the opposite case, two light-emitting diodes having the combination of the second and the third light emission wavelength are situated in the middle

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

10

of the cluster, said two light-emitting diodes being arranged between two light-emitting diodes having the first light emission wavelength. In the latter case, (one half of) the two light-emitting diodes having the first light emission wavelength form part of the neighboring clusters.

5 Correspondingly, a further alternative embodiment of the illumination system is characterized in that each one of the clusters comprises four light-emitting diodes, and two neighboring clusters of LEDs share one LED, three light-emitting diodes having the first light emission wavelength being situated in the middle of the cluster, said three light-emitting diodes being arranged between two light-emitting diodes having the combination of the  
10 second and the third light emission wavelength, one half of the light-emitting diode having the combination of the second and the third light emission wavelength forming part of the neighboring cluster of LEDs. In the opposite case, three light-emitting diodes having the combination of the second and the third light emission wavelength are situated in the middle of the cluster, said three light-emitting diodes being arranged between two light-emitting  
15 diodes having the first light emission wavelength. In the latter case, (one half of) the two light-emitting diodes having the first light emission wavelength form part of the neighboring clusters.

The object in accordance with the invention is alternatively achieved in that  
- the illumination system comprises a first light-emitting panel and a second  
20 light-emitting panel, said first and second light-emitting panels being arranged at least substantially parallel to each other,  
- the light source associated with the light-transmitting edge area of the first light-emitting panel comprises a plurality of light-emitting diodes having a first light emission wavelength, and  
25 - the light source associated with the light-transmitting edge area of the second light-emitting panel comprises clusters of at least two light-emitting diodes having a second and a third light emission wavelength,  
- an imaginary mirror surface that relates to the cluster being situated in the middle of each cluster,  
30 - the light-emitting diodes in the cluster being arranged in a direction perpendicular to the imaginary mirror surface,  
- the light-emitting diodes being distributed over the cluster in such a manner that the spectral emissions of the light emitted by the light-emitting diodes are mirror symmetrical with respect to the imaginary mirror surface,

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

11

- and the first, the second and the third light emission wavelength being different.

The advantage of applying more than one light-emitting panel in the illumination system is that the light-transmitting edge areas of the first light-emitting panel are associated with (at the most) two LEDs having different light emission wavelengths, and  
 5 are associated with (at the most) two LEDs having different light emission wavelengths, and that the light-transmitting edge areas of the second light-emitting panel are associated with one or (at the most) two LEDs. If three LEDs of different colors are associated with the light-transmitting edge area of a light-emitting panel, comparatively much more space is necessary to sufficiently mix the light originating from the LEDs. By coupling light originating from  
 10 maximally two types of LEDs into one light-emitting panel, and by coupling light originating from maximally two types of LEDs into the other light-emitting panel, the space necessary to mix light is reduced substantially.

A further advantage of the use of multiple light panels is that the light output and the light distribution of each of the panels can be individually influenced.

15 The light source associated with the light-transmitting edge area of the first light-emitting panel preferably comprises a plurality of green light-emitting diodes, and the light source associated with the light-transmitting edge area of the second light-emitting panel preferably comprises symmetric clusters of blue and red light-emitting diodes.

A preferred embodiment of the illumination system is characterized in that  
 20 - each one of the clusters comprises three light-emitting diodes,  
 - one light-emitting diode having the second light emission wavelength being situated in the middle of the cluster,  
 - said light-emitting diode being arranged between two light-emitting diodes having the third light emission wavelength.

25 It is particularly preferred to employ an illumination system comprising three LEDs per cluster, wherein the ratio between the numbers of LEDs associated with the light-transmitting edge area of the second light-emitting panel is 1:2. If, by way of example, only G LEDs are associated with the light-transmitting edge area of the first light-emitting panel, then clusters of successively BRB or RBR are associated with the light-transmitting edge  
 30 area of the second light-emitting panel.

In the above-mentioned alternative embodiment of the illumination system, wherein the imaginary interface between two clusters of LEDs is situated in the middle of one LED, the number of LEDs per cluster can be further reduced.

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

12

Thus, a preferred embodiment of the illumination system is characterized in that each one of the clusters comprises two light-emitting diodes, and two neighboring clusters of LEDs share one LED, one light-emitting diode having the second light emission wavelength being situated in the middle of the cluster, said light-emitting diode being  
 5 arranged between two light-emitting diodes having the third light emission wavelength, one half of the light-emitting diode having the third light emission wavelength forming part of the neighboring cluster of LEDs. In the opposite case, one light-emitting diode having the third light emission wavelength is situated in the middle of the cluster, said light-emitting diode being arranged between two light-emitting diodes having the second light emission  
 10 wavelength. In the latter case, (one half of) the light-emitting diodes having the second light emission wavelength form part of the neighboring clusters.

In an alternative embodiment, both the first and the second light-emitting panel are provided with clusters of three LEDs. By way of example, clusters of successively GBG LEDs are associated with the first light-emitting panel, and clusters of successively RGR LEDs are associated with the second light-emitting panel. In this manner, a ratio of  
 15 1:2:3 between the total number of LEDs can be achieved. In a further example, clusters of successively GBG LEDs are associated with the first light-emitting panel, and clusters of successively RBR LEDs are associated with the second light-emitting panel. In this manner, a ratio of 1:1:1 between the total number of LEDs can be achieved.

20 An alternative embodiment of the illumination system is characterized in that  
 - each one of the clusters comprises four light-emitting diodes,  
 - two light-emitting diodes having the second light emission wavelength being situated in the middle of the cluster,  
 - said light-emitting diodes being arranged between two light-emitting diodes  
 25 having the third light emission wavelength.

It is particularly preferred to employ an illumination system comprising four LEDs per cluster, wherein the ratio between the numbers of LEDs associated with the light-transmitting edge area of the second light-emitting panel is 2:2. If, by way of example, only G LEDs are associated with the light-transmitting edge area of the first light-emitting panel,  
 30 then clusters of successively BRRB or RBRR are associated with the light-transmitting edge area of the second light-emitting panel.

A further alternative embodiment of the illumination system is characterized in that

- each one of the clusters comprises five light-emitting diodes,

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

13

- one light-emitting diode having the third light emission wavelength being situated in the middle of the cluster,
- said light-emitting diode being arranged between two light-emitting diodes having the second light emission wavelength, and
- 5 - said two light-emitting diodes each being flanked, on the side facing away from the middle of the cluster, by a light-emitting diode having the third light emission wavelength.

It is particularly preferred to employ an illumination system comprising five LEDs per cluster, wherein the ratio between the numbers of LEDs associated with the light-transmitting edge area of the second light-emitting panel is 2:3. If, by way of example, only 10 G LEDs are associated with the light-transmitting edge area of the first light-emitting panel, then clusters of successively BRBRB or RBRBR are associated with the light-transmitting edge area of the second light-emitting panel.

A further alternative embodiment of the illumination system is characterized 15 in that

- each one of the clusters comprises five light-emitting diodes,
- one light-emitting diode having the second light emission wavelength being situated in the middle of the cluster,
- said light-emitting diode being arranged between two light-emitting diodes 20 having the third light emission wavelength, and
- said two light-emitting diodes each being flanked, on the side facing away from the middle of the cluster, by a light-emitting diode having the third light emission wavelength.

It is particularly preferred to employ an illumination system comprising five 25 LEDs per cluster, wherein the ratio between the numbers of LEDs associated with the light-transmitting edge area of the second light-emitting panel is 1:4. If, by way of example, only G LEDs are associated with the light-transmitting edge area of the first light-emitting panel, then clusters of successively BBRBB or RRBRR are associated with the light-transmitting edge area of the second light-emitting panel.

30 In alternative embodiments of the illumination system, the colors associated with the light-emitting panels are interchanged.

The amount of light emitted by the LEDs is regulated by varying the luminous flux of the light-emitting diodes. Regulating the luminous flux generally takes place in an energy-efficient manner. For example, LEDs can be dimmed without a noticeable decrease in

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

14

efficiency. Preferably, the intensity of the light emitted by the light-emitting diodes is variable in response to the illumination level of an image to be displayed by the display device, or in response to the level of the ambient light. Preferably, the color point of an image displayed by the display device is determined by the illumination system. By virtue thereof, a(n) (improved) dynamic range (for example contrast) of the image to be displayed by the display device is obtained.

By virtue of the measure in accordance with the invention, the light emitted by the illumination system is more uniformly distributed. As a result, a more uniform illumination of the (image) display device is obtained. In addition, an illumination system in accordance with the invention enables a (laterally) more compact illumination system having the same light uniformity to be obtained.

In further alternative embodiments of the illumination system, apart from LEDs having a specific light emission wavelength, LEDs are used which are provided with a phosphor, as a result of which the light emission of the light emitted by the LED is converted by said phosphor to light having a different, desired light emission wavelength. A combination of red LEDs and phosphor LEDs can particularly suitably be used to produce the other colors.

Preferably, each one of the light-emitting diodes has a luminous flux of at least 5 lm. LEDs having such a high output are also referred to as LED power packages. The use of these high-efficiency, high-output LEDs has the specific advantage that, at a desired, comparatively high light output, the number of LEDs may be comparatively small. This has a positive effect on the compactness and the efficiency of the illumination system to be manufactured.

The use of LEDs has the further advantage that dynamic illumination possibilities are obtained. For this purpose, a sensor for measuring the optical properties of the light emitted, in operation, by the light source is preferably situated at a light-transmitting edge area. If different types of LEDs are combined and/or LEDs of different colors are employed, it is possible to mix colors in a desirable manner, for example, to enable the illumination system to emit white light of the desired color temperature. In addition, color changes can be brought about irrespective of the condition of the display device.

In order to save space, the light panels are preferably arranged one behind the other. The front wall or, preferably, the rear wall of the light-emitting panels is provided with means for coupling light out of the panel. These means for coupling out light are alternatively referred to as coupling-out members. These means, which are known per se, comprise

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

15

(patterns of) deformations. Said means couple light out of the light-emitting panels by reflection, scattering and/or refraction. Generally, the means for coupling out light are distributed non-uniformly over the rear wall of the relevant light-emitting panel, i.e. they are provided at a predetermined gradient allowing light to be coupled out of the relevant light-emitting panel as uniformly as possible.

The first light-emitting panel, which is situated closest to the display device, allows passage of light originating from the second light-emitting panel, which is situated on the side of the first light-emitting panel facing away from the display device. In an alternative embodiment, the second light-emitting panel is arranged between the first light-emitting panel and the display device.

It is particularly favorable if the light-transmitting edge areas are alternately situated at opposite sides of the first and the second light-transmitting panel. This enables any influence of the light originating from gradients in the distribution of the means for coupling light out of the light-emitting panel to be compensated since the gradients extend in the same (yet opposite) direction. This can be achieved in a similar manner for three sequentially arranged light-emitting panels.

Preferably, the illumination system comprises control electronics for changing the luminous flux of the light-emitting diodes. Suitable control electronics enables the desired color temperature effects to be achieved. It is particularly favorable if the control electronics can be influenced by the user of the assembly, by means of a sensor that measures, for example, the color temperature of the ambient light, or by means of a video card of, for example, a (personal) computer and/or by means of drive software of a computer program.

In a further preferred embodiment of an illumination system according to the invention the clusters of LEDs are formed as multi-chip package containing the required number of light emitting diodes of the first, second and third emission wavelength and showing mirror symmetry of a imaginary mirror surface. Accordingly a preferably display device is provided with the multi-chip package LED clusters. This has the advantage that mixing of colors already starts inside the chip package, which has an improving effect on the mixing inside the light-emitting panel. Thus both color mixing as well as homogeneity of the light over the emitting panel surface is improved.

These and other aspects of the invention will be apparent from and elucidated with reference to the embodiment(s) described hereinafter.

WO 02/990826

16

PCT/IB02/01544

In the drawings:

Fig. 1 is a cross-sectional view of a display device comprising an embodiment of the illumination system in accordance with the invention;

Fig. 2A is a side view of a detail of an embodiment of the illumination system shown in Fig. 1;

Fig. 2B is a side view of a detail of an alternative embodiment of the illumination system shown in Fig. 1;

Fig. 2C is a side view of a detail of a further alternative embodiment of the illumination system shown in Fig. 1;

Fig. 3A is a cross-sectional view of a display device comprising an alternative embodiment of the illumination system in accordance with the invention;

Fig. 3B is a perspective view of a detail of an embodiment of the illumination system shown in Fig. 3A;

Fig. 4A is a side view of a detail of an embodiment of the illumination system shown in Fig. 3A;

Fig. 4B is a side view of a detail of an alternative embodiment of the illumination system shown in Fig. 3A;

Fig. 4C is a side view of a detail of a further alternative embodiment of the illumination system shown in Fig. 3A;

Fig. 4D is a side view of a detail of a further alternative embodiment of the illumination system shown in Fig. 3A;

Fig. 5A is a side view of a detail of a further alternative embodiment of the illumination system shown in Fig. 1;

Fig. 5B is a side view of a detail of a further alternative embodiment of the illumination system shown in Fig. 1, and

Fig. 5C is a side view of a detail of a further alternative embodiment of the illumination system shown in Fig. 1.

The Figures are purely diagrammatic and not drawn to scale. Particularly for clarity, some dimensions are exaggerated strongly. In the Figures, like reference numerals refer to like parts whenever possible.

Fig. 1 is a cross-sectional view of an embodiment of an illumination system in accordance with the invention. The illumination system comprises a light-emitting panel 1 of



WO 02/090926

PCT/IB02/01544

17

a light-transmitting material. The panel 1 is made from, for example, a synthetic resin, acrylic, polycarbonate, ppma, such as Perspex, or glass. In operation, light is transported through the panel 1 under the influence of total internal reflection. The panel 1 has a front wall 2 and a rear wall 3 opposite said front wall. Between the front wall 2 and the rear wall 3, there are edge areas 4, 5. In the example shown in Fig. 1, the edge area referenced 4 is light-transmitting, and at least one light source 6 is associated therewith. In operation, light originating from the light source 6 is incident on the light-transmitting edge area 4, 14 and diffuses in the panel 1.

In an alternative embodiment of the illumination system, also the edge area bearing reference numeral 5 is light transmitting, and a further light source is associated therewith.

In accordance with the invention, clusters of LEDs having a first, a second and a third light emission wavelength are associated with the light-transmitting edge area (see Figs. 2A, 2B and 2C), the LEDs being symmetrically arranged with respect to an imaginary mirror surface that relates to the cluster.

The light-emitting panel 1 emits, in operation, light in the direction of the display device, for example a liquid crystal display (LCD) device 25. For this purpose, the rear wall 3 of the light-emitting panel 1 is provided with means (not shown in Fig. 1) for coupling light out of the light-emitting panel 1. These means comprise (patterns of) deformations and include, for example, screen printed dots, wedges and/or ridges. The means are provided in the rear wall of the panel 1 by means of, for example, printing, pressing, etching, scribing or sandblasting. In an alternative embodiment, the deformations are provided in the front wall of the light-emitting panel. The means couple light out of the light-emitting panel 1 by reflection, scattering and/or refraction. The means for coupling out light are generally non-uniformly distributed over the rear wall of the relevant light-emitting panel, i.e. they are provided at a predetermined gradient allowing light to be coupled out of the relevant illumination system as uniformly as possible.

The means for coupling out light serve as a secondary light source. A specific optical system may be associated with said secondary light source, which optical system is provided, for example, on the rear wall 2 (not shown in Fig. 1). The optical system may be used, for example, to produce a broad light beam.

The light source 6 comprises a plurality of light-emitting diodes (LEDs) (also see Figs. 2A, 2B and 2C). In general, the source brightness of LEDs is many times that of fluorescent tubes. In addition, when use is made of LEDs, the efficiency with which light is

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

18

coupled into the panel is higher than in the case of fluorescent tubes. The use of LEDs as a light source has the advantage that the LEDs may contact panels made of a synthetic resin material. LEDs hardly emit heat in the direction of the light-emitting panel 1 and do not emit detrimental (UV) radiation. The use of LEDs has the additional advantage that means for coupling light originating from the LEDs into the panel can be dispensed with. The application of LEDs preferably leads to a more compact illumination system.

In Fig. 1, an optional (polarizing) diffuser 21 and a reflecting diffuser 22 are shown, which bring about further mixing of the light originating from the light-emitting panel 1. Fig. 1 further shows, very diagrammatically, a display device, preferably a LCD panel, bearing reference numeral 25. The assembly of the light-emitting panel 1, the light source 6, the diffuser 21, the display device 25 and a housing 28 forms a display device for displaying, for example, (video) images.

In Fig. 1, the light-emitting panel 1 is further provided with a sensor 10 for measuring the optical properties of the light which, in operation, is emitted by the light source 6. This sensor 10 is coupled to control electronics (not shown in Fig. 1) for suitably adapting the luminous flux of the light source 6. By means of the sensor 10 and the control electronics, a feedback mechanism can be formed which is used to influence the quality and the quantity of the light coupled out of the light-emitting panel 1.

In the example shown in Fig. 1, the LEDs contact the light-transmitting edge area 4. The first part of the light-emitting panel 1, referenced 1', is used to mix the light originating from the LEDs.

Fig. 2A is a side view of a detail of an embodiment of the illumination system shown in Fig. 1. In this Figure, the light source associated with the light-transmitting edge area 4 of the light-emitting panel 1 comprises clusters C of five LEDs 6G, 6B, 6R, 6B', 6G'; 6G, 6B, 6R, 6B', 6G'; .... Said five LEDs are selected from a group formed by LEDs having a first, a second and a third light emission wavelength, which wavelengths are different. In the example shown in Fig. 2A, the LEDs emit, in operation, red (R), blue (B) and green (G) light. An imaginary mirror surface S, that relates to the cluster, is situated in the middle of each cluster C. The LEDs in the cluster C are arranged in a direction perpendicular to the imaginary mirror surface S. The LEDs are distributed over the cluster C in such a manner that the spectral emissions of the light emitted by the LEDs are mirror symmetrical with respect to the imaginary mirror surface S. In the example shown in Fig. 2A, one LED 6R is situated in the middle of the cluster C. The imaginary mirror surface S is situated in the geometrical center of this LED 6R. Said LED 6R is arranged between two LEDs 6B, 6B'.

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

19

Each one of said LEDs is flanked, on the side of the cluster C facing away from the mirror surface S, by a LED 6G, 6G'. In this example, the clusters C comprise sequences of GBRBG LEDs. In alternative embodiments, different sequences are employed.

Fig. 2B is a side view of a detail of an alternative embodiment of the illumination system shown in Fig. 1. In this Figure, the light source associated with the light-transmitting edge area 4 of the light-emitting panel 1 comprises clusters C' of six LEDs 16G, 16B, 16R, 16R', 16B', 16G'; 16G, 16B, 16R, 16R', 16B', 16G'; .... Said six LEDs are selected from a group formed by LEDs having a first, a second and a third light emission wavelength, which wavelengths are different. In the example shown in Fig. 2B, the LEDs emit, in operation, red (R), blue (B) and green (G) light. In the middle of each cluster C', there is an imaginary mirror surface S' that relates to said cluster. The LEDs in the cluster C' are arranged in a direction perpendicular to the imaginary mirror surface S'. The LEDs are distributed over the cluster C' in such a manner that the spectral emissions of the light emitted by the LEDs are mirror symmetrical with respect to the imaginary mirror surface S'. In the example shown in Fig. 2B, two LEDs 16R, 16R' are situated in the middle of the cluster C'. The imaginary mirror surface S' is situated between these two LEDs 16R, 16R'. Said LEDs 16R, 16R' are arranged between two LEDs 16B, 16B'. Each one of the latter two LEDs is flanked, on the side of the cluster C' facing away from the mirror surface S', by a LED 16G, 16G'. In this example, the clusters C' comprise sequences of GBRBG LEDs. In an alternative embodiment, other sequences are used.

Fig. 2C is a side view of a detail of a further alternative embodiment of the illumination system shown in Fig. 1. In this Figure, the light source associated with the light-transmitting edge area 4 of the light-emitting panel 1 comprises clusters C'' of seven LEDs 26G', 26B, 26R, 26G, 26R', 26B, 26G'; 26G', 26B, 26R, 26G, 26R', 26B', 26G'; .... Said seven LEDs are selected from a group formed by LEDs having a first, a second and a third light emission wavelength, which wavelengths are different. In the example shown in Fig. 2C, the LEDs emit, in operation, green (G), red (R) and blue (B) light. In the middle of each cluster C'', there is an imaginary mirror surface S'' that relates to said cluster. The LEDs in the cluster C'' are arranged in a direction perpendicular to the imaginary mirror surface S''. The LEDs are distributed over the cluster C'' in such a manner that the spectral emissions of the light emitted by said LEDs are mirror symmetrical with respect to the imaginary mirror surface S''. In the example shown in Fig. 2C, a LED 26G is situated in the middle of the cluster C''. The imaginary mirror surface S'' is situated in the geometrical center of this LED 26R. Said LED 26R is arranged between two LEDs 26R, 26R'. Each one of these LEDs is

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

20

flanked, on the side of the cluster C" facing away from the mirror surface S", by a LED 26B, 26B'. Each one of the latter LEDs is flanked, on the side facing away from the mirror surface S", by a LED 26G', 26G". In this example, the clusters C" comprise sequences of GBRGRBG LEDs. In alternative embodiments other sequences are used.

5 Fig. 3A is a cross-sectional view of a display device comprising an alternative embodiment of the illumination system in accordance with the invention. The illumination system comprises a light-emitting panel 101; 111 of a light-transmitting material. In operation, light is transported through the panel 101; 111 under the influence of total internal reflection. The panel 101; 111 has a front wall 102; 112 and a rear wall 103; 113 opposite  
10 said front wall. Edge areas 104; 114; 105; 115 are situated between the front wall 102; 112 and the rear wall 103; 113. In the example shown in Fig. 3, the edge area bearing reference numeral 104; 114 is light-transmitting, and at least one light source 106; 116 is associated therewith. In operation, light originating from the light source 106; 116 is incident on the light-transmitting edge area 104; 114 and diffuses in the panel 101; 111.

15 In accordance with said alternative embodiment, the illumination system comprises a first light-emitting panel 101 and a second light-emitting panel 111, said panels 101, 111 are arranged in line so as to be at least substantially parallel to each other (also see Fig. 3B). In operation, the light-emitting panels 101, 111 emit light in the direction of the display device, for example a liquid crystal display (LCD) device 125. For this purpose, the  
20 rear walls 103, 113 of each of the light-emitting panels 101, 111 are provided with means (not shown in Fig. 3A) for coupling light out of the light-emitting panel 101, 111.

It is to be noted that light originating from the first light-emitting panel propagates through the second light-emitting panel in order to reach the display device. The transmission of the second, and if necessary third, light-emitting panel influences the mixing  
25 of the light at the location of the display device. Preferably, the means for coupling out light comprise diffusely transmissive coupling-out members in the light-emitting panels, which coupling-out members are arranged, for example, by surface roughening in the rear wall of the relevant light-emitting panel. Furthermore, preferably, the change of the distribution of said coupling-out members over the light-emitting panels is oppositely directed. In other  
30 words, the coupling-out coefficient for determining the degree to which light is coupled out of the relevant light-emitting panel increases in the first light-emitting panel in a certain direction and decreases in the second light-emitting panel in the same direction.

In order to make sure that light is satisfactorily mixed at the location of the display device (for setting the desired color temperature and color rendition of the light),

W/O 02/090826

PCT/IB02/01544

21

preferably, the gradients of the distributions of the coupling-out members in the light-emitting panels are matched. In general, the coupling-out members in the second light-emitting panel will influence or attenuate the passage of light originating from the first light-emitting panel. This can be compensated by influencing or increasing the light coupled out of the first light-emitting panel in a suitable manner, for example by adapting the distribution and/or density of the coupling-out members in the first light-emitting panel. In general, using an iterative process, the regulation of the light transmission by the light-emitting panels will be improved.

The light-emitting panel referenced 111, that is closest to the display device 125, allows passage of the light originating from the light-emitting panel referenced 101, which is situated on the side of the light-emitting panel 111 facing away from the display device 125. In the example shown in Fig. 3A, the light-transmitting edge areas 104, 114 are situated on opposite sides of the first and the second light-transmitting panel 101, 111. In this manner, any influence of the light originating from gradients in the distribution of the means for coupling light out of the light-emitting panel 101; 111 can be compensated since the gradients extend in the same (yet opposite) direction.

The light source 106; 116 comprises a plurality of light-emitting diodes (LEDs) (see also Fig. 3B).

Fig. 3A shows an optional (polarizing) diffuser 121 and a reflecting diffuser 122, which bring about further mixing of the light originating from the light-emitting panels 101; 111. Fig. 3A also very diagrammatically shows a display device, preferably a LCD panel, which bears reference numeral 125. The assembly of the panels 101, 111, the light source 106, 116, the diffuser 121, the display device 125 and a housing 128 forms a display device for displaying, for example, (video) images.

In Fig. 3A, each light-emitting panel 101, 111 is further provided with a sensor 110, 120 for measuring the optical properties of the light emitted, in operation, by the light source 106, 116. This sensor 110, 120 is coupled to control electronics (not shown in Fig. 3A) for suitably adapting the luminous flux of the light source 106, 116. By means of the sensor 110, 120 and the control electronics, a feedback mechanism can be formed which is used to influence the quality and the quantity of the light coupled out of the light-emitting panel 101, 111.

In the example shown in Fig. 3A, the LEDs contact the light-transmitting edge area 104, 114. The first part of the light-emitting panel 101; 111, referenced 101'; 111', is used to mix the light originating from the LEDs. In an alternative embodiment of the

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

22

illumination system, light is mixed in a separate light-mixing chamber which is preferably filled with air.

Fig. 3B is a very diagrammatic, perspective view of a detail of an embodiment of the illumination system shown in Fig. 3A. Symmetric clusters of LEDs 106G, 106G', 106G'', ..., 116B, 116R, 116B' couple light into the panel 101, 111 via the light-transmitting edge area 104, 114.

In the example shown in Fig. 3B, LEDs having a first light emission wavelength, i.e. green LEDs 106G, 106G', 106G'', are associated with the first light-transmitting panel 101. LEDs having a light emission wavelength which differs from that of the LEDs associated with the first light-transmitting panel 101, i.e. blue and red LEDs 116B, 116R, 116B', are associated with the second light-transmitting panel 111. If light is suitably mixed by the light-emitting panels 101; 111, it is achieved that the display device 25 is illuminated with white light. By suitably driving the LEDs, the light level and/or the color temperature of the light incident on the display device 125 can be regulated.

Fig. 4A is a side view of a detail of an embodiment of the illumination system shown in Fig. 3A. In this Figure, the light source associated with the light-transmitting edge area 114 of the second light-emitting panel 111 comprises clusters  $C_2$  of three LEDs 116B, 116R, 116B'; 116B, 116R, 116B'; .... Said three LEDs are selected from a group formed by LEDs having a second and a third light emission wavelength, which light emission wavelengths are different from each other and from the light emission wavelength of the LEDs associated with the light-transmitting edge area 104 of the first light-emitting panel 101. In the example shown in Fig. 4A, the LEDs associated with the light-transmitting edge area 114 of the second light-emitting panel 111 emit, in operation, red (R) and blue (B) light. In the middle of each cluster  $C_2$ , there is an imaginary mirror surface  $S_2$  that relates to said cluster. The LEDs in the cluster  $C_2$  are arranged in a direction perpendicular to the imaginary mirror surface  $S_2$ . The LEDs are distributed over the cluster  $C_2$  in such a manner that the spectral emissions of the light emitted by the LEDs are mirror symmetrical with respect to the imaginary mirror surface  $S_2$ . In the example shown in Fig. 4A, one LED 116G is situated in the middle of the cluster  $C_2$ . The imaginary mirror surface  $S_2$  is situated in the geometric center of this LED 116G. Said LED 116G is arranged between two LEDs 116B, 116B'. In this example, the clusters  $C_2$  comprise sequences of BRB LEDs. In alternative embodiments, different sequences are used.

Fig. 4B is a side view of a detail of an alternative embodiment of the illumination system shown in Fig. 3A. In this Figure, the light source associated with the

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

23

light-transmitting edge area 114 of the second light-emitting panel 111 comprises clusters  $C_2'$  of four LEDs 126B, 126R, 126R', 126B'; 126B, 126R, 126R', 126B'; .... Said four LEDs are selected from a group formed by LEDs having a second and a third light emission wavelength, which light emission wavelengths differ from each other and from the light emission wavelength of the LEDs associated with the light-transmitting edge area 104 of the first light-emitting panel 101. In the example of Fig. 4B, the LEDs associated with the light-transmitting edge area 114 of the second light-emitting panel 111 emit, in operation, red (R) and blue (B) light. In the middle of each cluster  $C_2'$ , there is an imaginary mirror surface  $S_2'$  that relates to said cluster. The LEDs in the cluster  $C_2'$  are arranged in a direction perpendicular to the imaginary mirror surface  $S_2'$ . The LEDs are distributed over the cluster  $C_2'$  in such a manner that the spectral emissions of the light emitted by the LEDs are mirror symmetrical with respect to the imaginary mirror surface  $S_2'$ . In the example shown in Fig. 4B, two LEDs 126R, 126R' are situated in the middle of the cluster  $C_2'$ . The imaginary mirror surface  $S_2'$  is situated between these LEDs 126R, 126R'. Said LEDs 126R, 126R' are arranged between two LEDs 126B, 126B'. In this example, the clusters  $C_2'$  comprise sequences BRRB LEDs. In alternative embodiments, other sequences are used.

Fig. 4C is a side view of a detail of an embodiment of the illumination system shown in Fig. 3A. In this figure, the light source associated with the light-transmitting edge area 114 of the second light-emitting panel 111 comprises clusters  $C_2''$  of five LEDs 136B', 136R, 136B, 136R', 136B"; 136B', 136R, 136B, 136R', 136B"; .... Said five LEDs are selected from a group formed by LEDs having a second and a third light emission wavelength, which light emission wavelengths differ from each other and from the light emission wavelength of the LEDs associated with the light-transmitting edge area 104 of the first light-emitting panel 101. In the example shown in Fig. 4C, the LEDs associated with the light-transmitting edge area 114 of the second light-emitting panel 111 emit, in operation, red (R) and blue (B) light. In the middle of each cluster  $C_2''$  there is an imaginary mirror surface  $S_2''$  that relates to said cluster. The LEDs in the cluster  $C_2''$  are arranged in a direction perpendicular to the imaginary mirror surface  $S_2''$ . The LEDs are distributed over the cluster  $C_2''$  in such a manner that the spectral emissions of the light emitted by the LEDs are mirror symmetrical with respect to the imaginary mirror surface  $S_2''$ . In the example shown in Fig. 4C, one LED 136B is situated in the middle of the cluster  $C_2''$ . The imaginary mirror surface  $S_2''$  is situated in the geometric center of this LED 136B. Said LED 136B is arranged between two LEDs 136R, 136R'. Each one of these LEDs is flanked, on the side of the cluster  $C_2''$  facing away from the mirror surface  $S_2''$ , by a LED 136B', 136B". In this example, the

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

24

clusters  $C_2''$  comprise sequences of BRBRB LEDs. In alternative embodiments, other sequences are employed, for example clusters of five LEDs with successively RBBBR LEDs.

Fig. 4D is a side view of a detail of an embodiment of the illumination system shown in Fig. 3A. In this Figure, the light source associated with the light-transmitting edge area 114 of the second light-emitting panel 111 comprises clusters  $C_2'''$  of five LEDs 146B'', 146B, 146R, 146B', 146B'''; 146B'', 146B, 146R, 146B', 146B''', .... Said five LEDs are selected from a group formed by LEDs having a second and a third light emission wavelength, which light emission wavelengths differ from each other and from the light emission wavelength of the LEDs associated with the light-transmitting edge area 104 of the first light-emitting panel 101. In the example shown in Fig. 4D, the LEDs associated with the light-transmitting edge area 114 of the second light-emitting panel 111 emit, in operation, red (R) and blue (B) light. In the middle of each cluster  $C_2'''$ , there is an imaginary mirror surface  $S_2'''$  that relates to said cluster. The LEDs in the cluster  $C_2'''$  are arranged in a direction perpendicular to the imaginary mirror surface  $S_2'''$ . The LEDs are distributed over the cluster  $C_2'''$  in such a manner that the spectral emissions of the light emitted by the LEDs are mirror symmetrical with respect to the imaginary mirror surface  $S_2'''$ . In the example shown in Fig. 4D, one LED 146R is situated in the middle of the cluster  $C_2'''$ . The imaginary mirror surface  $S_2'''$  is situated in the geometric center of this LED 146R. Said LED 146R is arranged between two LEDs 146B, 146B'. Each one of these LEDs is flanked, on the side of the cluster  $C_2'''$  facing away from the mirror surface  $S_2'''$ , by a LED 146B'', 146B'. In this example, the clusters  $C_2'''$  comprise sequences of BBRBB LEDs. In alternative embodiments, other sequences are used.

In the embodiment of the illumination system comprising two light-emitting panels 101, 111, as shown in Fig. 3A, it is assumed that the means for coupling out light, alternatively referred to as coupling-out members, are provided throughout the surface area of the rear wall 103 (or front wall 102) (with the exception of the portion of the first part of the light-emitting panel 101; 111, referenced 101'; 111', which is used to mix light originating from the LEDs). In an alternative embodiment of the illumination system, only a part of the rear wall of each of the light-emitting panels is provided with coupling-out members. The part of the light-emitting panels that is not provided with coupling-out members thus serves as an additional light-mixing chamber to make sure that light is coupled out uniformly and homogeneously. By way of example, in such an embodiment only sub-surfaces of the rear walls of each of the light-emitting panels are provided with means for coupling light out of the panel, each of said sub-surfaces, in operation, coupling out light and projecting it on a



WO 02/090826

PCT/IB02/01544

25

portion of the display device in such a manner that the projections of the light on the display device are at least contiguous. In this embodiment, both the first and the second light-emitting panel are provided with symmetric clusters of LEDs of all three light emission wavelengths. In other words, LEDs as shown in the Figs. 2A-2D, and the alternatives  
 5 described in relation thereto, are associated with each of the light-emitting panels from which light is coupled out via sub-surfaces.

In an alternative embodiment of the illumination system described in the preceding paragraph, which illumination system comprises two light-emitting panels, said sub-surfaces extend over a substantial part of the rear wall of each of the light-emitting  
 10 panels, and the means for coupling out light are arranged such that the degree to which light is coupled out changes as a function of the distance to the light-transmitting edge area.

Fig. 5A is a side view of a detail of a further alternative embodiment of the illumination system shown in Fig. 1. In this Figure, the light source associated with the light-transmitting edge area 4 of the light-emitting panel 1 comprises clusters  $C_3$  of three LEDs,  
 15 i.e. one LED 206R having the first light emission wavelength, which is flanked by two LEDs 206GB, 206GB' having a combination of the second and the third light emission wavelength. In the example shown in Fig. 5A, the LEDs having the first light emission wavelength emit, in operation, red (R) light, and the LEDs having the combination of the second and the third light emission wavelength emit, in operation, green (G) and blue (B) light. In the middle of  
 20 each cluster  $C_3$ , there is an imaginary mirror surface  $S_3$  that relates to said cluster. The LEDs in the cluster  $C_3$  are arranged in a direction perpendicular to the imaginary mirror surface  $S_3$ . The LEDs are distributed over the cluster  $C_3$  in such a manner that the spectral emissions of the light emitted by the LEDs are mirror symmetrical with respect to the imaginary mirror surface  $S_3$ . In the example of Fig. 5A, the imaginary mirror surface  $S_3$  is situated in the  
 25 geometric center of LED 206R. In alternative embodiments, other sequences are used.

Fig. 5B is a side view of a detail of a further alternative embodiment of the illumination system shown in Fig. 1. In this Figure, the light source associated with the light-transmitting edge area 4 of the light-emitting panel 1 comprises clusters  $C_3'$  of four LEDs, i.e.  
 30 two LEDs 216GB, 216GB' having a combination of the second and the third light emission wavelength, which are flanked by two LEDs 216R, 216R' having the first light emission wavelength. In the example shown in Fig. 5B, the LEDs having the combination of the second and the third light emission wavelength emit, in operation, green (G) and blue (B) light, and the LEDs having the first light emission wavelength emit, in operation, red (R) light. In the middle of each cluster  $C_3'$ , there is an imaginary mirror surface  $S_3'$  that relates to

WO 02/090826

PCT/B02/01544

26

said cluster. The LEDs in the cluster  $C_3'$  are arranged in a direction perpendicular to the imaginary mirror surface  $S_3'$ . The LEDs are distributed over the cluster  $C_3'$  in such a manner that the spectral emissions of the light emitted by the LEDs are mirror symmetrical with respect to the imaginary mirror surface  $S_3'$ . In the example shown in Fig. 5B, the imaginary mirror surface  $S_3'$  is situated between the two LEDs 216GB, 216GB'. In alternative embodiments, other sequences are used.

Fig. 5C is a side view of a detail of a further alternative embodiment of the illumination system shown in Fig. 1. In this Figure, the light source associated with the light-transmitting edge area 4 of the light-emitting panel 1 comprises clusters  $C_3''$  of five LEDs, i.e. two LEDs 226R, 226R' having the first light emission wavelength and three LEDs 226GB', 226GB, 226GB'' having a combination of the second and the third light emission wavelength. In the example shown in Fig. 5C, the LEDs having the first light emission wavelength emit, in operation, red (R) light, and the LEDs having the combination of the second and the third light emission wavelength emit, in operation, green (G) and blue (B) light. In the middle of each cluster  $C_3''$ , there is an imaginary mirror surface  $S_3''$  that relates to said cluster. The LEDs in the cluster  $C_3''$  are arranged in a direction perpendicular to the imaginary mirror surface  $S_3''$ . The LEDs are distributed over the cluster  $C_3''$  in such a manner that the spectral emissions of the light emitted by the LEDs are mirror symmetrical with respect to the imaginary mirror surface  $S_3''$ . In the example of Fig. 5C, the imaginary mirror surface  $S_3''$  is situated in the geometric center of LED 226GB. Said LED 226GB is arranged between two LEDs 226R, 226R'. Each one of said two LEDs is flanked, on the side of the cluster  $C_3''$  facing away from the mirror surface  $S_3''$ , by a LED 226GB', 226GB''. In alternative embodiments, other sequences are used.

The LEDs used in the various embodiments of the illumination system, preferably, are LEDs which each have a luminous flux of at least 5 lm. LEDs having such a high output are alternatively referred to as LED power packages. Examples of power LEDs are "Luxeon<sup>TM</sup>" type LEDs (Lumileds), having a luminous flux per LED of 35 lm for red LEDs, 20 lm for green LEDs, 8 lm for blue LEDs and 40 lm for amber LEDs.

In alternative embodiments use can also be made of yellow, amber, cyan, magenta and/or purple LEDs, which have a comparatively high light output (whether use is made of two spectral light emission wavelengths or not).

In further alternative embodiments use can also be made of red LEDs in combination with blue LEDs, which are provided with a phosphor enabling the latter to emit in two spectral bands, i.e. a blue band and a green band.

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

27

Preferably, the LEDs are mounted on a (metal-core) printed circuit board. If power LEDs are mounted on such a (metal-core) printed circuit board (PCB), the heat generated by the LEDs can be readily dissipated by heat conduction via the PCB. In an interesting embodiment of the illumination system, the (metal-core) printed circuit board is in  
5 contact with the housing of the display device via a heat-conducting connection.

The LEDs used in the described embodiments are shown each as a single-chip package LED for sake of clarity. In alternative embodiments the clusters of LEDs are formed as multi-chip packages each containing light emitting diodes of the first, second and third emission wavelength and having the mirror symmetry of the imaginary mirror surface.

10 It will be clear that, within the scope of the invention, many variations are possible to those skilled in the art.

The scope of protection of the invention is not limited to the examples given hereinabove. The invention is embodied in each novel characteristic and each combination of characteristics. Reference numerals in the claims do not limit the scope of protection thereof.

15 The use of the verb "to comprise" and its conjugations does not exclude the presence of elements other than those mentioned in the claims. The use of the article "a" or "an" in front of an element does not exclude the presence of a plurality of such elements.

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

28

## CLAIMS:

1. An illumination system for illuminating a display device, which illumination system is provided with a light-emitting panel (1) comprising
  - a front wall (2), a rear wall (3) situated opposite said front wall, and edge areas (4, 5) between the front wall (2) and the rear wall (3),
  - 5 - at least one of the edge areas (4) of the panel (1) being light-transmitting,
  - at least one light source (6) being associated with the light-transmitting edge area (4), and
  - in operation, light originating from the light source (6) being incident on the light-transmitting edge area (4) and spreading in the panel (1), characterized in that
  - 10 - the light source (6) associated with the light-transmitting edge area (4) of the light-emitting panel (1) comprises clusters (C) of at least three light-emitting diodes (6G, 6B, 6R, 6B', 6G'; 16G, 16B, 16R, 16R', 16G'; 26G; 26B, 26R, 26G, 26R', 26B', 26G") having a first, a second and a third light emission wavelength, which light emission wavelengths are different,
  - 15 - an imaginary mirror surface (S), which relates to the cluster (C), being situated in the center of each cluster,
  - the light-emitting diodes in the cluster (C) being arranged in a direction perpendicular to the imaginary mirror surface (S), and
  - the light-emitting diodes (6G, 6B, 6R, 6B', 6G'; 16G; 16B; 16R, 16R', 16B', 20 16G'; 26G; 26B, 26R, 26G, 26R', 26B', 26G") being distributed over the cluster (C) in such a manner that the spectral emissions of the light emitted by the light-emitting diodes are mirror symmetrical with respect to the imaginary mirror surface (S).
2. An illumination system as claimed in claim 1, characterized in that each one of
  - 25 the clusters (C) comprises five light-emitting diodes (6G, 6B, 6R, 6B', 6G'),
  - one light-emitting diode (6R) having the first light emission wavelength being situated in the center of the cluster (C),
  - said light-emitting diode being arranged between two light-emitting diodes (6B, 6B') having the second light emission wavelength, and

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

29

- each of said two light-emitting diodes being flanked, on the side facing away from the center of the cluster (C), by a light-emitting diode (6G, 6G') having the third light emission wavelength.
- 5 3. An illumination system as claimed in claim 1, characterized in that each one of the clusters (C') comprises six light-emitting diodes (16G, 16B, 16R, 16R', 16B', 16G'),
- two light-emitting diodes (16R, 16R') having the first light emission wavelength being situated in the center of the cluster (C'),
  - said two light-emitting diodes being arranged between two light-emitting
- 10 diodes (16B, 16B') having the second light emission wavelength, and
- the latter two light-emitting diodes each being flanked, on the side facing away from the center of the cluster (C'), by a light-emitting diode (16G, 16G') having the third light emission wavelength.
- 15 4. An illumination system as claimed in claim 1, characterized in that each one of the clusters (C'') comprises seven light-emitting diodes (26G', 26B, 26R, 26G, 26R', 26B', 26G''),
- one light-emitting diode (26G) having the first light emission wavelength being situated in the center of the cluster (C''),
- 20 - said light-emitting diode being arranged between two light-emitting diodes (26R, 26R') having the second light emission wavelength,
- said two light-emitting diodes being flanked, on the side facing away from the center of the cluster (C''), by a light-emitting diode (26B, 26B') having the third light emission wavelength, and
- 25 - the latter light-emitting diodes each being flanked, on the side facing away from the center of the cluster (C''), by a light-emitting diode (26G', 26G'') having the first light emission wavelength.
5. An illumination system as claimed in claim 1, 2, 3 or 4, characterized in that
- 30 the light source (6) associated with the light-transmitting edge area (4) of the light-emitting panel (1) comprises symmetric clusters (C, C', C'') of blue, green and red light-emitting diodes (6G, 6B, 6R, 6B', 6G'; 16G; 16B, 16R, 16R', 16B', 16G'; 26G', 26B, 26R, 26G, 26R', 26B', 26G'').

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

30

6. An illumination system for illuminating a display device, which illumination system is provided with a light-emitting panel (101; 111) comprising
- a front wall (102; 112) a rear wall (103; 113) opposite said front wall, and edge areas (104, 105; 114, 115) between said front wall (102; 112) and said rear wall (103; 113),
  - 5 - at least one of the edge areas (104; 114) of the panel (101; 111) being light-transmitting,
  - at least one light source (106; 116) being associated with the light-transmitting edge area (104; 114), and
  - 10 - in operation, light originating from the light source (106; 116) being incident on the light-transmitting edge area (104; 114) and diffusing in the panel (101; 111), characterized in that,
  - the illumination system comprises a first light-emitting panel (101) and a second light-emitting panel (111), which first and second light-emitting panel (101, 111) are
  - 15 arranged substantially parallel to each other,
  - the light source (106) associated with the light-transmitting edge area (104) of the first light-emitting panel (101) comprises a plurality of light-emitting diodes (106G, 106G', 106G'', ...) having a first light emission wavelength, and
  - the light source (116) associated with the light-transmitting edge area (114) of
  - 20 the second light-emitting panel (111) comprises clusters (C<sub>2</sub>) of at least two light-emitting diodes (116B, 116R, 116B', 126B, 126R, 126B', 126B'', 136B', 136R, 136B, 136B'', 146B'', 146B, 146R, 146B', 146B'') having a second and a third light emission wavelength,
  - an imaginary mirror surface (S<sub>2</sub>) that relates to the cluster being arranged in the middle of each cluster (C<sub>2</sub>),
  - 25 - the light-emitting diodes in the cluster (C<sub>2</sub>) being arranged in a direction perpendicular to the imaginary mirror surface (S<sub>2</sub>),
  - the light-emitting diodes (116B, 116R, 116B', 126B, 126R, 126B', 126B'', 136B', 136R, 136B, 136B'', 146B'', 146B, 146R, 146B', 146B'') being distributed over the cluster (C<sub>2</sub>) in such a manner that the spectral emissions of the light emitted by the light-
  - 30 emitting diodes are mirror symmetrical with respect to the imaginary mirror surface (S<sub>2</sub>), and
  - the first, second and third light emission wavelengths being different.
7. An illumination system as claimed in claim 6, characterized in that each one of the clusters (C<sub>2</sub>) comprises three light-emitting diodes (116B, 116R, 116B'),

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

31

- one light-emitting diode (116R) having the second light emission wavelength being situated in the middle of the cluster (C<sub>2</sub>),
  - said light-emitting diode being arranged between two light-emitting diodes (116B, 116B') having the third light emission wavelength.
- 5
8. An illumination system as claimed in claim 6, characterized in that each one of the clusters (C<sub>2</sub>) comprises four light-emitting diodes (126B, 126R, 126R', 126B'),
- two light-emitting diodes (126R, 126R') having the second light emission wavelength being situated in the middle of the cluster (C<sub>2</sub>),
- 10
- said two light-emitting diodes being arranged between two light-emitting diodes (126B, 126B') having the third light emission wavelength.
9. An illumination system as claimed in claim 6, characterized in that each one of the clusters (C<sub>2</sub>) comprises five light-emitting diodes (136B', 136R, 136B, 136R', 136B''),
- 15
- one light-emitting diode (136B) having the third light emission wavelength being situated in the middle of the cluster (C<sub>2</sub>''),
  - said light-emitting diode being arranged between two light-emitting diodes (136R, 136R') having the second light emission wavelength, and
  - each one of said two light-emitting diodes being flanked, on the side facing
- 20
- away from the middle of the cluster (C<sub>2</sub>''), by a light-emitting diode (136B', 136B'') having the third light emission wavelength.
10. An illumination system as claimed in claim 6, characterized in that each one of the clusters (C<sub>2</sub>'') comprises five light-emitting diodes (146B'', 146B, 146R, 146B', 146B'''),
- 25
- one light-emitting diode (146R) having the second light emission wavelength being situated in the middle of the cluster (C<sub>2</sub>''),
  - said light-emitting diode being arranged between two light-emitting diodes (146B, 146B') having the third light emission wavelength, and
  - each one of said two light-emitting diodes being flanked, on the side facing
- 30
- away from the middle of the cluster (C<sub>2</sub>''), by a light-emitting diode (146B'', 146B''') having the third light emission wavelength.
11. An illumination system as claimed in claim 6, 7, 8, 9 or 10, characterized in that

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

32

- the light source (106) associated with the light-transmitting edge area (104) of the first light-emitting panel (101) comprises a plurality of green light-emitting diodes (106G), and
  - the light source (116) associated with the light-transmitting edge area (114) of the second light-emitting panel (111) comprises symmetric clusters ( $C_1$ ,  $C_1'$ ,  $C_2$ ,  $C_2'$ ) of blue and red light-emitting diodes (116B, 116R, 116B'; 126B, 126R, 126B'; 136B, 136R, 136B', 136R'; 146B, 146R, 146B', 146R').
12. An illumination system as claimed in claim 6, 7, 8, 9 or 10, characterized in that
- the light source (106) associated with the light-transmitting edge area (104) of the first light-emitting panel (101) comprises a plurality of red light-emitting diodes, and
  - the light source (116) associated with the light-transmitting edge area (114) of the second light-emitting panel (111) comprises symmetric clusters of blue and green light-emitting diodes.
13. An illumination system as claimed in claim 6, 7, 8, 9 or 10, characterized in that
- the light source (106) associated with the light-transmitting edge area (104) of the first light-emitting panel (101) comprises a plurality of blue light-emitting diodes, and
  - the light source (116) associated with the light-transmitting edge area (114) of the second light-emitting panel (111) comprises symmetric clusters of red and green light-emitting diodes.
14. An illumination system for illuminating a display device, which illumination system is provided with a light-emitting panel (1) comprising
- a front wall (2), a rear wall (3) opposite said front wall, and edge areas (4, 5) between said front wall (2) and said rear wall (3),
  - at least one of the edge areas (4) of the panel (1) being light-transmitting,
  - at least one light source (6) being associated with the light-transmitting edge area (4), and
  - in operation, light originating from the light source (6) being incident on the light-transmitting edge area (4) and diffusing in the panel (1),
- characterized in that,



WO 02/090826

PCT/IB02/01544

33

- the light source (6) associated with the light-transmitting edge area (4) of the light-emitting panel (1) comprises clusters ( $C_3$ ) of at least one light-emitting diode (206R; 216R, 216R'; 226R, 226R'') having a first light emission wavelength and at least one light-emitting diode (206GB, 206GB'; 216GB, 216GB'; 226GB, 226GB') having a combination of a second and a third light emission wavelength, which light emission wavelengths are different,
    - an imaginary mirror surface ( $S_3$ ) that relates to the cluster ( $C_3$ ) being situated in the middle of each cluster,
    - the light-emitting diodes in the cluster ( $C_3$ ) being arranged in a direction perpendicular to the imaginary mirror surface ( $S_3$ ), and
    - the light-emitting diodes (206GB, 206R, 206GB'; 216R, 216GB, 216GB'; 216R'; 226GB, 226R, 226GB', 226GB'') being distributed over the cluster ( $C_3$ ) in such a manner that the spectral emissions of the light emitted by the light-emitting diodes are mirror symmetrical with respect to the imaginary mirror surface ( $S_3$ ).
- 15 15. An illumination system as claimed in claim 14, characterized in that each one of the clusters ( $C_3$ ) comprises three light-emitting diodes (206GB, 206R, 206GB'),
- one light-emitting diode (206R) having the first light emission wavelength being situated in the middle of the cluster ( $C_3$ ),
- 20 - said light-emitting diode being arranged between two light-emitting diodes (206B, 206B') having the combination of the second and the third light emission wavelength.
16. An illumination system as claimed in claim 14, characterized in that each one of the clusters ( $C_3$ ) comprises four light-emitting diodes (216R, 216GB, 216GB', 216R'),
- 25 - two light-emitting diodes (216GB, 216GB') having the combination of the first and the second light emission wavelength being situated in the middle of the cluster ( $C_3$ ),
- said two light-emitting diodes being arranged between two light-emitting diodes (216R, 216R') having the third light emission wavelength.
- 30 17. An illumination system as claimed in claim 14, characterized in that each one of the clusters ( $C_3$ ) comprises five light-emitting diodes (226GB, 226R, 226GB', 226GB''),
- one light-emitting diode (226GB) having the combination of the first and the second light emission wavelength being situated in the middle of the cluster ( $C_3$ ),

W/O 02/090826

PCT/IB02/01544

34

- said light-emitting diode being arranged between two light-emitting diodes (226R, 226R') having the third light emission wavelength, and
  - said two light-emitting diodes each being flanked, on the side facing away from the middle of the cluster (C<sub>3</sub>'), by a light-emitting diode (226GB', 226GB'') having the combination of the first and the second light emission wavelength.
18. An illumination system as claimed in claim 1, 6 or 14, characterized in that two neighboring clusters of light-emitting diodes share a light-emitting diode at the location of an imaginary interface between the clusters.
- 10 19. An illumination system as claimed in claim 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16 or 17, characterized in that each one of the light-emitting diodes (6G; 6B, 6R, 6B', 6G'; 16G; 16B, 16R, 16R', 16B'; 26G; 26G', 26B, 26R, 26G, 26R', 26B', 26G"; 106G; 116B, 116R, 116B'; 126B, 126R, 126R', 126B'; 136B, 136R, 136B, 136R', 136B"; 146B", 146B, 146R, 146B', 146B"; 206GB, 206R, 206GB'; 216R, 216GB, 216GB', 216R'; 226GB', 226R, 226GB, 226R', 226GB'') has a luminous flux of at least 5 lm.
20. An illumination system as claimed in any of the preceding claims wherein each cluster of light emitting diodes is formed as a multi-chip package containing light emitting diodes of the first, second and third emission wavelength.
- 20 21. A display device provided with an illumination system as claimed in claim 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 18 or 20.
- 25 22. A display device as claimed in claim 21, said display device comprising a liquid crystal display (25).
- 23 A display device as claimed in claim 21 or 22, wherein each cluster of light emitting diodes is formed as a multi-chip package containing light emitting diodes of the first, second and third emission wave length.
- 30

1/13

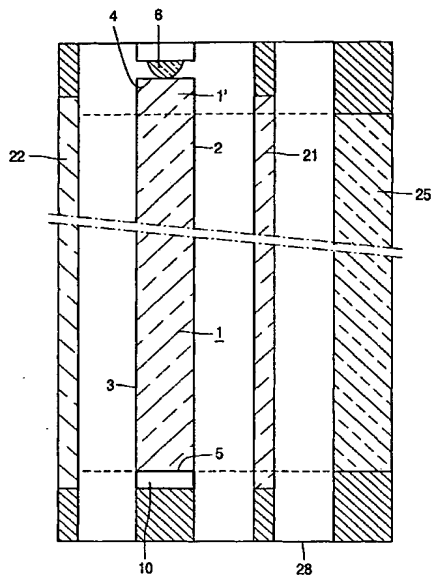


FIG. 1

2/13

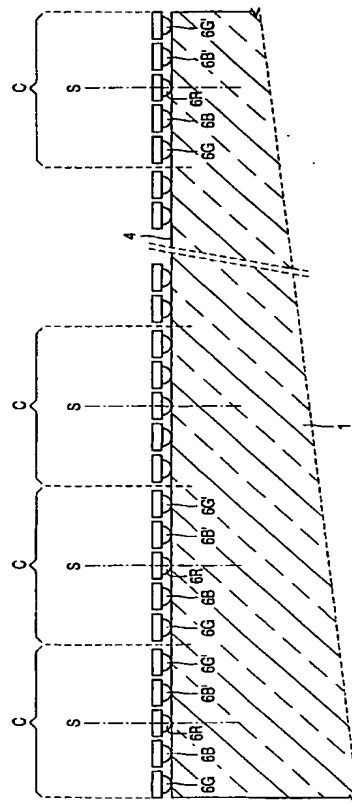
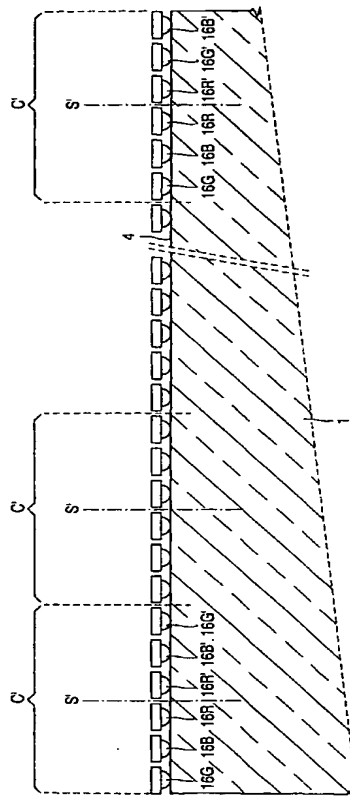


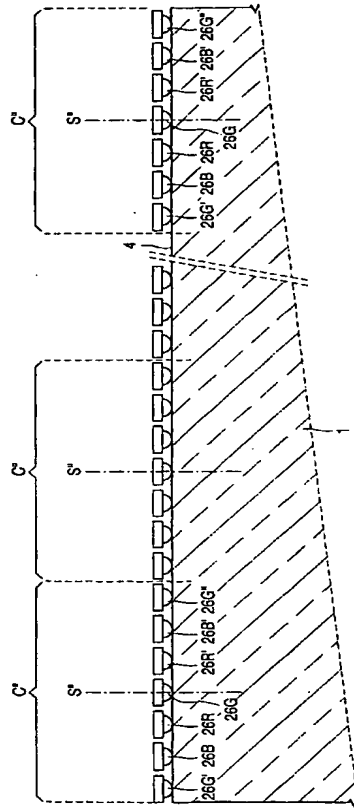
FIG. 2A

W/O 02/090826

PCT/IB02/01544

3/13





WO 02/090826

PCT/IB02/01544

5/13

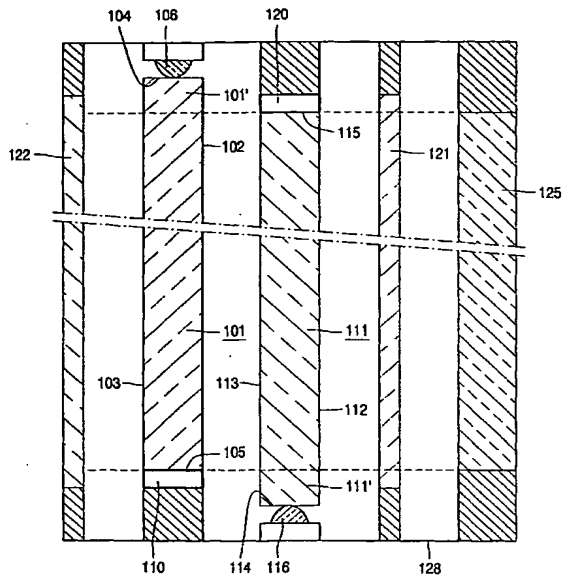


FIG. 3A

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

6/13

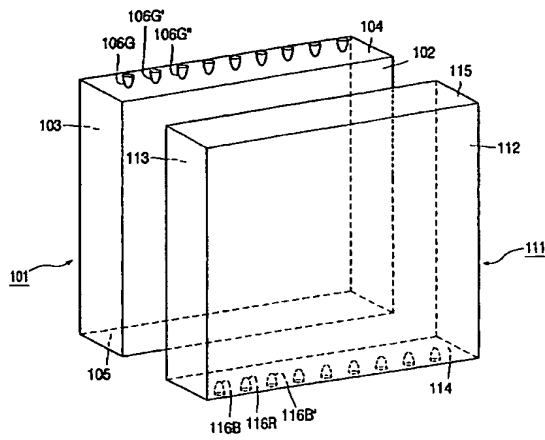


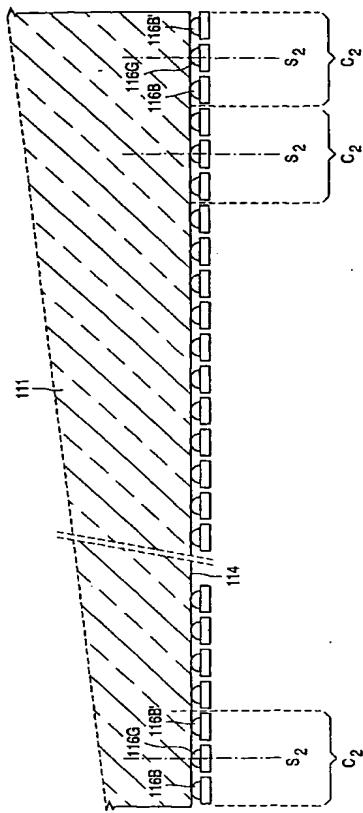
FIG. 3B



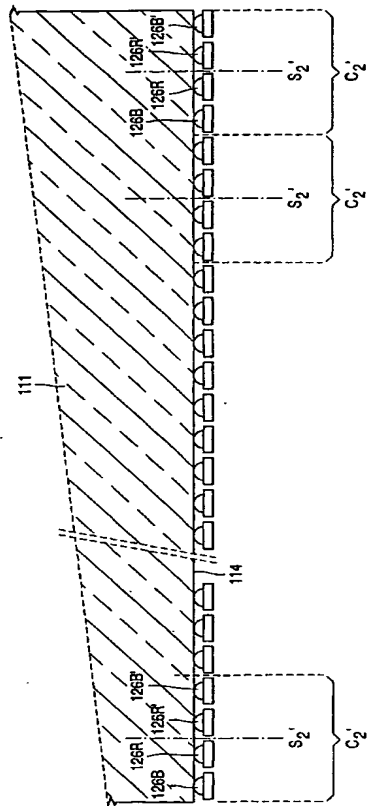
WO 02/090826

PCT/IB02/01544

7/13



8/13



9/13

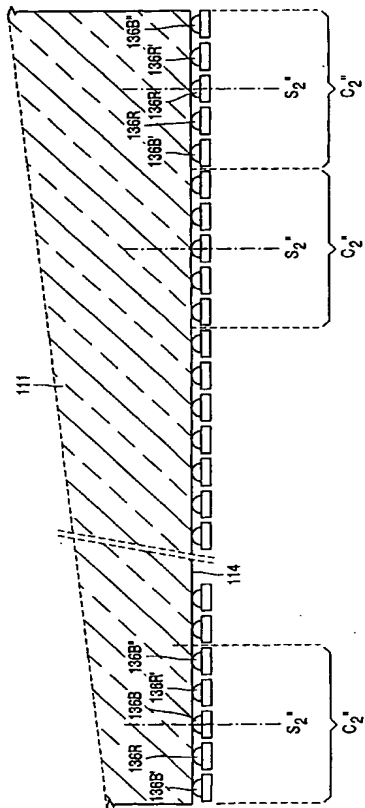


FIG. 4C

WO 02/090826

PCT/IB02/01544

10/13

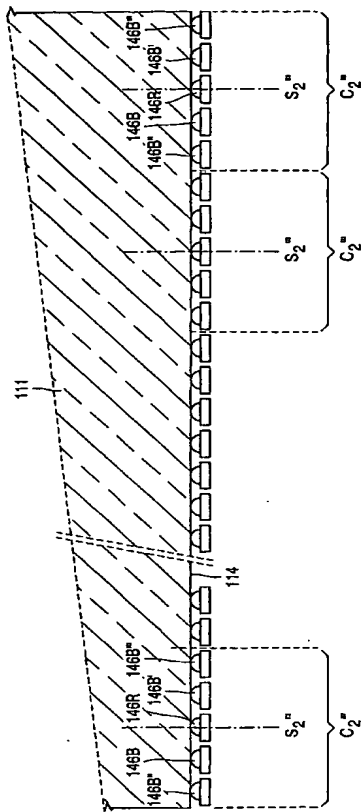


FIG. 4D

11/13

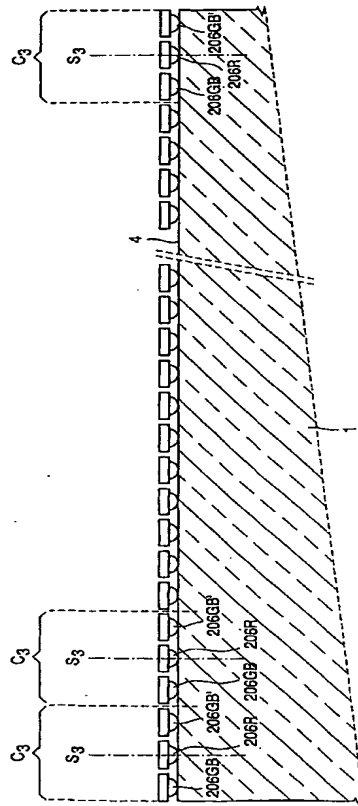


FIG. 5A

12/13

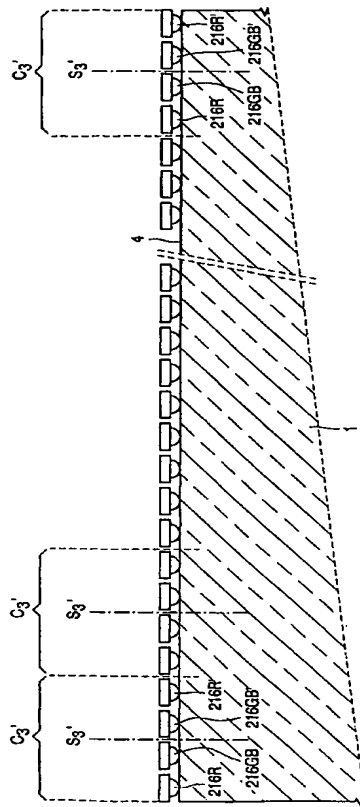


FIG. 5B

13/13

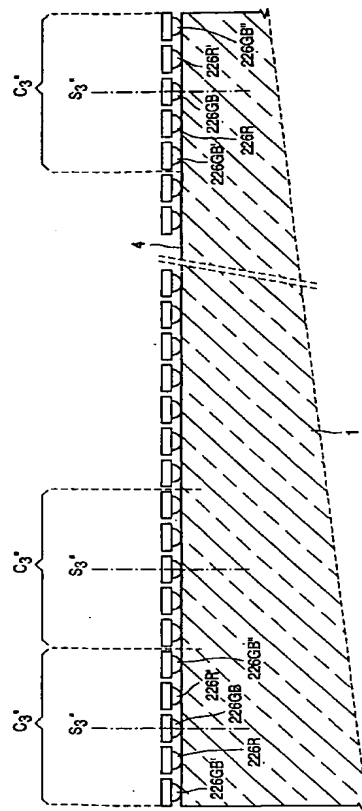


FIG. 5C

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/IB 02/01544
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 F21V8/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELD SEARCHED Maximum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 F21V		
Documentation searched other than maximum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 99 53236 A (KATOI MASAYUKI ;MACHI HIROAKI (JP); MORIYAMA HIDEO (JP); MORIYAMA) 21 October 1999 (1999-10-21) cited in the application abstract; figures 1-64	1,6,14
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 05, 14 September 2000 (2000-09-14) & JP 2000 036207 A (MEITAKU SYSTEM:KK), 2 February 2000 (2000-02-02) abstract	1,6,14
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" documents which may throw doubt on priority claims or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document relating to oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "A" document member of the same patent family		
Date of the latest completion of the international search 17 June 2002		Date of mailing of the international search report 26/06/2002
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. Box 5018 Patenkamp 2 NL-2200 MB Rijswijk Tel. (+31-70) 345-2040, Tx. 31 661 000 nl Fax (+31-70) 345-3010		Authorized officer Matic, K

Form PCT/ISA/210 (second of two) (July 1999)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/IB 02/01544
C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of documents with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 07, 29 September 2000 (2000-09-29) & JP 2000 100231 A (NITTO JUSHI KOGYO KK; KOIKE YASUHIRO), 7 April 2000 (2000-04-07) abstract	1,6,14
P, A	WO 01 84946 A (GF CO LTD.; YOON SEUNG HONG (KR)) 15 November 2001 (2001-11-15) page 9; claims 1-4	1,6,14

Form PCT/ISA/210 (with amendment of Annex I) July 2002

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/IB 02/01544

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9953236 A	21-10-1999	JP 11297480 A	29-10-1999
		JP 2000036205 A	02-02-2000
		JP 2000082304 A	21-03-2000
		JP 2000149611 A	30-05-2000
		JP 2000182425 A	30-06-2000
		WO 9953236 A1	21-10-1999
JP 2000036207 A	02-02-2000	NONE	
JP 2000100231 A	07-04-2000	NONE	
WO 0184946 A	15-11-2001	JP 2001352908 A	25-12-2001
		WO 0184946 A1	15-11-2001

Form PCT/ISA/210 (patent form by annex) (July 1992)

## フロントページの続き

(74)代理人 100074228

弁理士 今城 俊夫

(74)代理人 100084009

弁理士 小川 信夫

(74)代理人 100082821

弁理士 村社 厚夫

(74)代理人 100086771

弁理士 西島 孝喜

(74)代理人 100084663

弁理士 箱田 篤

(72)発明者 ヘーレン クリストフ ゲー アー

オランダ エヌエルー 5 6 5 6 アーアー エインドホーヴェン プロフ ホルストラーン 6

(72)発明者 ハルベルス ゲラルド

オランダ エヌエルー 5 6 5 6 アーアー エインドホーヴェン プロフ ホルストラーン 6

Fターム(参考) 2H091 FA23Z FA45Z LA18

5F041 AA05 DC07 EE23 EE25 FF11